

ابن سینا

التشفيق على
الرياضيات

مكتبة آية الله العظمى المرتضى العطار
تم النشر - إيران ۱۴۰۵ هـ ق

التشفيق على
الرياضيات

ابن سینا



ابن سینا:

الشفا

الریاضیات

٤ - علم الهيئة

مراجعة وتصدير

الدكتور ابراهيم بيومي مذكور

تحقيق

الدكتور محمد رضا مدور الدكتور ابراهيم أحمد

مفترقات مكتبة آية الله العظمى المرعشي النجفي

قم مقدسة - ايران ١٤٠٥ هـ ق



محتويات الكتاب

رقم الصفحة

- ٩ تصدير - للدكتور إبراهيم مذكور
- ١٣ المقالة الأولى من تلخيص كتاب بطليموس في التعليم وهو كتاب المجسطى
- ١٦ الفصل الأول - فصل في أن السماء كرية الحركة
- ٢٠ الفصل الثاني - فصل في أن الأرض كرية عند الحس
- ٢١ الفصل الثالث - فصل في أن الأرض مستقرة في الوسط
- ٢٤ الفصل الرابع - فصل في أن لا مقدار للأرض عند الفلك
- ٢٤ الفصل الخامس - فصل في أن ليس للأرض حركة انتقال
- ٢٦ الفصل السادس - فصل في القول على أن لكل حركة واحدة تعميها وتفسرها من المشرق إلى المغرب
- ٢٩ الفصل السابع - فصل في معرفة أوتار أجزاء الدائرة
- ٤٧ الفصل الثامن - فصل في معرفة الميل
- ٥٤ الفصل التاسع - فصل في معرفة الجيوب
- ٧٦ الفصل العاشر - فصل في المطالع حيث الكرة منتصبة
- ٨٣ المقالة الثانية في جملة وضع المسكون من الأرض وذكر أغراض المقالة
- ٨٤ الفصل الأول - فصل في معرفة سمة المشرق
- ٩١ الفصل الثاني - فصل في معرفة نسب المقاييس إلى أطلالها في الاعتدالين والانقلابين
- ٩٤ الفصل الثالث - فصل في خواص الدوائر الموازية لمعدل النهار
- ١٠٥ الفصل الرابع - فصل في المطالع بحسب العروض
- ١١٦ الفصل الخامس - فصل في الأشياء الجزئية التي تعلم من المطالع
- ١١٨ الفصل السادس - فصل في معرفة الزوايا التي تحدث من تقاطع دائرتي البروج ونصف النهار

١٢٥	الفصل السابع - فصل في معرفة الزوايا التي تحدث من تقاطع دائرتي البروج والأفق
١٣٣	الفصل الثامن - فصل في معرفة الزوايا الحادثة من تقاطع دائرة البروج والدائرة المارة بقطبي الأفق
١٤٩	المقالة الثالثة في مقدار زمان السنة
١٦٢	الفصل الأول - فصل في الأصول التي توضع للحركة المستوية التي تجري على الاستدارة
١٨٤	الفصل الثاني - فصل فيما يظهر للشمس من اختلاف الحركة
١٩١	الفصل الثالث - فصل في معرفة الاختلافات الجزئية
٢٠٦	الفصل الرابع - فصل في اختلاف الأيام بلياليها
٢١٣	المقالة الرابعة في الأرصاد التي ينبغي أن تستعمل في معرفة حركات القمر
٢١٤	الفصل الأول - فصل في معرفة أزمان أدوار القمر
٢٢٥	الفصل الثاني - فصل في حركات القمر الجزئية المستوية
٢٢٧	الفصل الثالث - فصل في أن الذي يلزم القمر من الاختلاف شيء واحد إن جعل ذلك على جهة الفلك الخارج المركز وإن جعل على جهة فلك التدوير
٢٣٣	الفصل الرابع - فصل في تبين اختلاف القمر الأول البسيط
٢٦٥	الفصل الخامس - فصل في تصحيح حركات القمر المستوية في الطول وفي الاختلاف
٢٦٦	الفصل السادس - فصل في حاصل حركات القمر المستوية في الطول والاختلاف
٢٦٦	الفصل السابع - فصل في تصحيح مجازات القمر في العرض وحاصلها
٢٧٣	الفصل الثامن - فصل في أن الخلاف الذي وقع لا برخص في مقدار الاختلاف لم يكن من الأصول التي عمل عليها بل من الحساب
٢٧٨	المقالة الخامسة وفي تحقيق أحوال القمر
٢٧٨	الفصل الأول - فصل في صفة آلة تقاس بها الكواكب
٢٨٢	الفصل الثاني - فصل في الأصل الذي يعمل عليه في أمر اختلاف القمر المصنف
٢٩١	الفصل الثالث - فصل في معرفة اختلاف القمر الكائن على حساب بعده من الشمس
٢٩٣	الفصل الرابع - فصل في معرفة الناحية التي يحاذيها فلك تدوير القمر
٣٠٢	الفصل الخامس - فصل كيف يعلم مسير القمر الخفى من تحركاته المستوية بطريق الخطوط
٣٠٥	الفصل السادس - فصل في معرفة عمل جداول لجميع اختلاف القمر
٣١٠	الفصل السابع - فصل في أن الاختلاف الذي من قبل الفلك الخارج المركز ليس له قدر في أوقات الاجتماع والاستقبالات
٣١٥	الفصل الثامن - فصل في اختلاف المنظر الذي يمرض للقمر
٣٢١	الفصل التاسع - فصل في تبين أبعاد القمر

٣٢٦	٣٢٩	٣٣٦	٣٤٦	٣٧٥	٣٧٩	٣٨٣	٣٩٦	٤٠٨	٤١٦	٤٢٠	٤٢٩	٤٣٧	٤٤٥	٤٥٠	٤٥٦	٤٦١	٤٦٣	٤٦٤	٤٦٦	٤٧٢	٤٧٦	٤٨٥	٤٨٧	٤٩٣	٤٩٤
والاستقبالات	الفصل الحادى عشر - فصل فى مقادير أقطار الشمس والقمر والظل التى ترى فى الاجتاعات	الفصل الثانى عشر - فصل فى اختلافات المنظر الجزئية للشمس والقمر	الفصل الثالث عشر - فصل فى تعديل اختلاف المنظر وتفصيله	المقالة السادسة فى معرفة عمل جداول الاجتاعات والاستقبالات	الفصل الأول - فصل فى معرفه حساب الاجتاعات والاستقبالات الوسطى والحصة	الفصل الثانى - فصل فى بيان حدود كسوفات الشمس والقمر	الفصل الثالث - فصل فى أبعاد ما بين الشهور التى قد يكون فيها الكسوفات	الفصل الرابع - فصل فى صفة عمل جداول الكسوفات	الفصل الخامس - فصل فى حساب الكسوفات القمرية وتعديلها	الفصل السادس - فصل فى حساب الكسوفات الشمسية وتعديلها	الفصل السابع - فصل فى الجهات التى تحاذيها الكسوفات وتعديلها	المقالة السابعة فى جوامع أمور الكواكب الثابتة	المقالة الثامنة	الفصل الأول - فصل فى مقارنة الكواكب الثابتة للشمس فى الطلوع أو فى توسط السماء أو فى الغروب	الفصل الثانى - فصل فى ظهور الكواكب الثابتة للرؤية واختفاؤها عنها	المقالات التاسعة والعاشرة والحادية عشر فى جوامع أمور الكواكب المتحركة	الفصل الأول - فصل فى مراتب أكر الكواكب السبعة	الفصل الثانى - فصل فى الأصول التى يعمل عليها فى الكواكب الخمسة	الفصل الثالث - فصل فى عودات أدوار الكواكب الخمسة	الفصل الرابع - فصل فيما يحتاج إلى تقديمه فى أمر الأصول التى يعمل عليها فى الكواكب الخمسة	الفصل الخامس - فصل فى أصناف الأصول التى يعمل عليها وتفصيلها	الفصل السادس - فصل فى معرفة أبعد البعد لعطارد والزهرة	الفصل السابع - فصل فى أن عطارد يكون على أقرب قربه فى الدورة الواحدة مرتين	الفصل الثامن - فصل فى معرفة ألبعد الأبعد للزهرة	الفصل التاسع - فصل فى معرفة مقدار فلك تدوير الزهرة

رقم الصفحة

٤٩٩	الفصل العاشر - فصل في معرفة بعد مركز المعدل عن مركز البروج لمطاردو الزهرة
٥٠٤	الفصل الحادى عشر - فصل في معرفة بعد مركز الحامل عن مركز المعدل لمطارد
٥١٠	الفصل الثانى عشر - فصل في تصحيح حركات عطارد الدورية
٥١٩	الفصل الثالث عشر - فصل في تصحيح حركات الزهرة الدورية
٥٢٤	الفصل الرابع عشر - فصل فيما يحتاج إلى تقديمه في تبين أمر سائر الكواكب
٥٢٨	الفصل الخامس عشر - فصل في تبين الخروج عن المركز في الكواكب الثلاثة وبعدها الأبعد
٥٤٩	الفصل السادس عشر - فصل في معرفة مقادير أفلاك تداوير الكواكب الثلاثة
٥٥٤	الفصل السابع عشر - فصل في تصحيح حركات هذه الكواكب الدورية
٥٥٩	الفصل الثامن عشر - فصل في معرفة المسيرات الخفية من الحركات الدورية
٥٦٢	الفصل ألتاسع عشر - فصل في معرفة عمل جداول الاختلافات
٥٦٥	الفصل العشرون - فصل في حساب مير الكواكب الخمسة في الطول
٥٦٩	المقالة الثانية عشرة في ما يحتاج إلى تقديمه في معرفة رجوع الكواكب الخمسة
٥٨٤	الفصل الأول - فصل في معرفة رجوعات الكواكب الخمسة
٥٩٤	الفصل الثانى - فصل في صفة عمل جداول وقوفات هذه الكواكب
٥٩٦	الفصل الثالث - فصل في معرفة الأبعاد العظمى من الشمس للزهرة وعطارد
٦٠٩	المقالة الثالثة عشرة في الأصول التى يعمل عليها في مر الكواكب الخمسة في العرض
٦١٦	الفصل الأول - فصل في معرفة مقادير هذه الميول والانحرافات
٦٢٢	الفصل الثانى - فصل في صفة عمل جداول للمرات الجزئية في العرض
٦٣٧	الفصل الثالث - فصل في حساب تباعد الكواكب الخمسة في العرض
٦٤٠	الفصل الرابع - فصل في ظهور الكواكب الخمسة واختفاؤها
٦٤٣	الفصل الخامس - فصل في أن ما يرى من خواص ظهور الزهرة وعطارد واختفاؤها موافق للأصول التى وضعت لهما
٦٤٦	الفصل السادس - فصل في المسالك إلى معرفة الأبعاد الجزئية عن الشمس عند ظهورات هذه الكواكب واختفاؤها
٦٥١	ابتداء المقالة المضافة إلى ما اختصر من كتاب المجسطى بما ليس يدل عليه المجسطى

تصدير

للدكتور إبراهيم مدكور

بدأت الحركة العلمية في الإسلام منذ عهد مبكر ، فعولج قدر منها في أخريات القرن الأول للهجرة ، وانصببت أولا على العلوم الإنسانية من فقه وحديث ، وأدب ولغة ، ثم لم تلبث أن امتدت إلى العلوم الطبيعية والرياضية ، وتعمق المسلمون في درسها جميعا في القرون الثلاثة التالية ، وحرصوا على أن يفيدوا من الثقافات السابقة ، شرقية كانت أو غربية ، فأخذوا عن الثقافة الهندية والفارسية ، كما أخذوا عن الثقافة اليونانية واللاتينية ، ورسموا مناهج واضحة للدرس والبحث ، وقامت بينهم مدارس و فرق امتازت كل واحدة منها ببعض الآراء والنظريات . وعنوا عناية خاصة ، بين العلوم الطبيعية والرياضية ، بثلاثة منها هي الطب ، والكيمياء ، والفلك ، أو علم الهيئة كما كانوا يسمونه . وأدع جانبا الطب والكيمياء ، وأقف قليلا عند علم الفلك . وفي وسعنا أن نقرر أنه لا تكاد توجد دراسة تجريبية أولع بها علماء الإسلام ولوعهم بالظواهر الفلكية ، فأسسوا المراصد ، واستخدموا آلات الرصد الدقيقة ، وقاموا بعدة أرصاد كشفت عن حقائق علمية هامة . وتنافس في ذلك الخلفاء والولاة ، فكان لكل خليفة أو وال مرصده الخاص الذي يشرف عليه فلكي كبير ، ومن بين هذه المراصد مرصد المأمون في جبل قيسون بدمشق ، ومرصد بنى شاكر ببغداد ، والمرصد الحاكمي في جبل المقطم بآماهرة ، ومرصد المراغة لنصير الدين الطوسي .

ولا غرابة فقد اختلط الفلك بالتنجيم منذ نشأته ، وكم من علوم حقة نبئت في جو الخرافات والأساطير . وكان الإنسان ولا يزال مولعا بتعرف

غده والكشف عن حظه ومستقبله ، فربط سعادته وشقاءه ، وصحته ومرضه ، بحركات الأجرام السماوية ورغب في أن يتقن الحروب والآفات بواسطة التنجيم . يتضاءل لمطلع نجم ، ويتشامخ لاختفائه ، فأفسح المجال للعرافين والمنجمين . ويقال إن المنصور الخليفة العباسي الثاني كان شغوفا بالمنجمين يصطفهم ويصحبهم في أسفاره ورحلاته ، وفي ضوء تنبؤاتهم وضع الحجر الأساسى لمدينة بغداد . وكثيرا ما كان يلجأ الحاكم بأمر الله إلى مرصده لكي يقرأ الطالع ويكشف عن الغيب . وقد سمي التنجيم في الثقافة العربية باسم « علم أحكام النجوم » ، وسلم به قوم ، وأنكره آخرون ، وفي مقدمة من أنكروه الكندى ، والفارابى ، وابن سينا ، وابن حزم ، وابن طفيل . ونخطئ إن زعمنا أن أرسطو وبطليموس ، بين الفلكيين القدامى لم يفسح له المجال .

وللشرق بحوثه الفلكية التى عرفت لدى قدماء المصريين والبابليين ، ولدى الهنود والفرس، ومنها ما سبق البحوث اليونانية وأثر فيها. وقد دفع الإسلام هذه البحوث دفعة قوية بما فرض من فروض ، وحدد من مواقيت إلى جانب ما للتنبؤ والتنجيم من جذب وإغراء . ويظهر أن الفلك الهندى كان أسبق إلى العالم الإسلامى من الفلك اليونانى ، فقد دعا المنصور محمد بن إبراهيم الفزارى إلى ترجمة « كتاب السند هند » ، فنقله من السنسكريتية إلى العربية . وقد لهذا الكتاب الذى لم يصلنا شيء منه أن يحيا وأن يتدارس حتى عهد المأمون . ثم اتجهت الأنظار إلى بطليموس الذى عده علماء الإسلام بحق الفلكى اليونانى الأول ، وأشادوا كثيرا بكتابه « المجسطى » الذى كان عماد دراستهم الفلكية . واعتبروه ثالث ثلاثة من الكتب التى لا نظير لها في ميدانها وهى « الأراجانون » لأرسطو فى المنطق و « المجسطى » لبطليموس فى الفلك ، و « الكتاب » لسيبويه فى النحو . وقد ترجم « المجسطى » غير مرة ، ترجمه على عجل سلم صاحب بيت الحكمة بأمر من يحيى البرمكى ، ثم أعاد ترجمته فى دقة إسحق بن حنين وراجعه ثابت بن قرة . وما أن ترجم حتى تولاه الباحثون بالشرح والتلخيص ، أمثال ثابت بن قرة ، وحنين بن إسحق ، والكندى ، والخوارزمى فى القرن الثالث الهجرى ، والبتانى ، والبوزجاني ، وابن يونس المصرى فى القرن الرابع ، وابن سينا والبيرونى فى

القرن الخامس . وقد أخذوا جميعا بكثير من آراء بطليموس فقالوا :
« إن الأرض مركز الكون ، وإن الشمس والقمر يدوران حولها ، وإن القمر
أقرب الأجرام السماوية إلى الأرض . » وطفى عندهم باختصار الفلك
البطليموسى على الفلك الأرسطى .

وقد سبق لنا ، فما نشر من أجزاء « الشفاء » العلمية ، أن نوهنا بآبن
سينا عالم الطبيعة والرياضى . وأخرجنا من قبل ثلاثة أقسام من رياضيات
« الشفاء » ، وهى الموسيقى ، والحساب ، والهندسة ، متوالية زمنا ، ويسعدنا
أن نضم إليها اليوم « علم الهيئة » رابعها وآخرها ، وهو دون نزاع أغزرها
مادة وأكثرها تفصيلا ، برغم أن آبن سينا يعده مجرد تلخيص « للمجسطى »
لا شرحا له . وتلك فى الواقع هى طريقة آبن سينا فى التأليف ، ويعنيه أن
يعرض الآراء والأفكار بلغته وأساوبه ، دون أن يشير إلى نص سابق يشرحه
ويعلق عليه ، وتختلف بذلك عن منهج التفسير الذى أخذ به آبن رشد وقد
سبقه فى الإسلام درس فلكى متواصل طوال ثلاثة قرون ، وكان لابد له
أن يقف عليه ويفيد منه . ويصرح بأنه لم يحذ حذو المحدثين إلا فى أشياء
يسيرة معولا أساسا على « المجسطى » نفسه ، ومعلنا أنه تحاشى الاستقصاء
والتفصيل ، مؤجلا ذلك لكتاب آخر لم ير النور ، وهو « كتاب اللواحق »
الذى وعد به فى مناسبات أخرى ، وحال القدر دونه والوفاء بوعد ..

ويلفت النظر فى كتاب « علم الهيئة » أمور :

١ - أحصا أنه التزم بتقسيم المجسطى ، فاشتمل على مقالته الثلاث
عشرة ، وتابع فيها ترتيب « المجسطى » نفسه ، وإن ضم إليها فى النهاية مقالة
مضافة ، مشير إلى أنها تقدم جديدا لم يرد فى كتاب بطليموس ، وهى أشبه
ما يكون بالتعليق على الفلكى اليونانى ، فى ضوء ما انتهى إليه فلكيو العرب
من السلف والمعاصرين . ولا يزعم آبن سينا مطلقا أنه فلكى متخصص ،
أو أنه قام بأرصاد لم يسبق إليها ، و « يسأل الأصدقاء ، فى تواضع ملحوظ ،
أن يعفوا عن الزلة » . وهو فى اختصار باحث نظرى استوعب القضايا
الفلكية وعرضها عرضا نزيها واضحا .

٢ - ويبدو عليه أيضا أنه يربط الفلك بالرياضة ربطا وثيقا ، ويباعد
بينه وبين التنجيم ، أو علم أحكام النجوم الذى يعتبره من الدراسات الفرعية

فى الطبعيات كالفراصة وتعبر الرؤيا . وابن سينا رياضى دقيق : رياضى فى مصطلحاته كالزاوية ، والجيب ، والوتر ، التى يبدو عليها أنها استقرت واشتهرت بين الدارسين والباحثين ، وما أجدنا أن نرجع إلى هذه المصطلحات ونسجلها ، لكى نربط الحاضر بالماضى . وهو رياضى كذلك فى أشكاله الهندسية الدقيقة التى يحللها ويتعمق فيها ، وما أشبه علم الهيئة عنده بدرس هندسى ، له مصطلحاته الخاصة كالأوج والحضيض .

و كتاب علم الهيئة يسد فراغا فى تاريخ علم الفلك العربى الذى لم نكشف عن كثير من مراجعه الأصلية بعد ، وربما كان حظ اللاتينية منها أكثر من حظ اللغة العربية ، ونأمل أن يكون فى نشر هذا الكتاب ما يوجه إلى الكشف عن تلك الكنوز الدفينة . ولم تسلم محاولة نشره من مواجهة بعض الصعاب ، فقد وكل أمر تحقيقه أولا إلى شيخ الفلكيين المصريين المعاصرين ، المرحوم محمد رضا مدور ، ولكن الشيخوخة ودنو الأجل حالا دونه وأداء الرسالة . ووكّل التحقيق من بعده إلى الدكتور إمام إبراهيم أحمد الذى قضى واجب التدريس فى بعض الأقطار الشقيقة أن يبعد به عنا ، وأن يعز عليه متابعة التجارب وتصحيحها . وقبل الأستاذ سعيد زايد مشكورا أن يضطلع بهذا العبء ، وإنه لثقل برغم صلته بابن سينا وتمرسه فى أساوبه . وأحرص فى خاتمة هذا المطاف أن أترحم على رضا مدور الفقيد الكبير ، وأن أشكر من خلفوه شكرا جزيلا على ماتحملوا من عبء ، وما أدوا من رسالة .

إبراهيم مدكور

المقالة الأولى

من تلخيص كتاب بطلميوس
في التعليم
وهو كتاب المجسطى

مما حَرَّره الشيخ الرئيس أبو علي الحسين بن عبد الله بن سينا

بسم الله الرحمن الرحيم وبه أعوذ وأستعين

المقالة الأولى

من تلخيص كتاب (١) بطلميوس (٢)

في التعليم

وهو كتاب المجسطى

مما حرره الشيخ الرئيس أبو علي الحسين بن عبد الله بن سينا (٣)

قال (٤) ، وقد حان أن نورد جوامع كتاب بطلميوس أنكبير المعمول في المجسطى وعلم الهيئة ، وأن تحتذى في ذلك حنو كلامه من غير أن نسلك في ذلك (٥) طريقة غير طريقته من العارق التي ظهرت للمحدثين إلا في أشياء يسيرة ، فإن الاستقصاء في ذلك مما يورد (٦) في كتاب (٧) اللواحق ، وأن نقرب المعاني إلى (٨) الأفهام

(١) [تلخيص كتاب] : غير موجود في سا .

(٢) يل ذلك في سا : [الحمد لله رب العالمين وصلواته على النبي محمد وآله الطيبين]

(٣) [في التعليم وهو كتاب المجسطى مما حرره الشيخ الرئيس أبو علي الحسين بن عبد الله بن سينا] :

غير موجود في سا - وفي د : [الفن العائز من كتاب الشفاء من جملة الرياضيات في أشكال المجسطى .

الحمد لله رب العالمين وصلواته على النبي محمد وآله الطيبين] بدلا من [المقالة الأولى من تلخيص كتاب

بطلميوس في التعليم وهو كتاب المجسطى مما حرره الشيخ الرئيس أبو علي الحسين بن عبد الله بن

سينا] - وفي هامش ب : [اعلم أن الشيخ قدم المجسطى على علمي الأرتماطيق والموسيقى في هذا الكتاب

إلا أن النسخة المنقولة منها هذا القم وقتت بهذا الترتيب فكتبت بترتيبها]

(٤) سا ، د : غير موجود

(٥) [في ذلك] : غير موجود في سا ، د

(٦) ب : نورد

(٧) سا : غير موجود

(٨) سا : غير موجود

غاية (١) ما نقدر عليه ، وأن نترك الحسابات التي في الأشكال بأن يعرف وجه
البيان في الشكل ، فمن شاء حسب (٢) وأن لا نستقصي في ذكر تاريخ الأرصاد ،
بل نسلم أن بين (٣) كل رصد ورصد كذا (٤) مدة . وأما الجدول ، فإن أحب
أحد أن (٥) يثبتها (٦) في كتابنا هذا . وإن أحب أن يخلصها (٧) فعل .
ورأينا أن لا نكرر (٨) كثيرا من الأشكال التي يشترك (٩) فيها كواكب عدة
وهي (١٠) متشابهة في التعليم والهيئة ، وإنما نكرر لاختلافها (١١) في الحساب .

ونسأل الله تعالى (١٢) التوفيق (١٣) والصحة ، ونسأل الأصدقاء من أهل المعرفة
أن يعذروا في الزلة (١٤) ، ويسلموا الخلة . والله المسدد ، وله الحمد على كل حال ،
وصلواته على رسوله الأخيار خاصة سيدنا محمد النبي وآله الطاهرين (١٥) .

فصل

في أن السماء كرية الحركة والشكل (١٦)

قد يقع التصديق بكرة هذه الحركة من جهة هيئة طلوع الكواكب الثابتة
وغروبها ، فإنها تطلع من المشرق ، ثم لا تزال (١٧) تأخذ إلى (١٨) العلو بالقياس

-
- | | |
|--|--------------------|
| (١) سا : فإيتنا جهد | (٢) ف : فحسب |
| (٣) د : بين | (٤) سا ، د : كنى |
| (٥) سا ، د : غير موجود | (٦) سا ، د : أثبتا |
| (٧) سا ، د : يختصر | (٨) د : لا يكرر |
| (٩) سا : يشترك | |
| (١٠) سا ، د : هي | |
| (١١) د : ولا خلافا | |
| (١٢) سا ، د : غير موجود | |
| (١٣) د : التوفيق | |
| (١٤) د : الدلة | |
| (١٥) [خاصة سيدنا محمد النبي وآله الطاهرين] : غير موجود في ب ، سا ، د - لكن في سا ، د : [وخصوصا على محمد وعلى آله] - وفي هامش ب : [وأنبأته الأبرار . الفصل الثاني من الرياضيات في المحسنى ومقالاته متداخلة بعضها في بعض المقالة الأولى] | |
| (١٦) [فصل في أن السماء كرية الحركة والشكل] : غير موجود في سا ، د | |
| (١٧) د : لا يزال | |
| (١٨) ف : في | |

إلينا حتى توازى سمت الرؤوس ، ثم تأخذ إلى السفلى نحو (١) المغرب حتى تبلغ الأفق ، ثم تغيب ، ثم تعود مرة أخرى من حيث كانت طلعت (٢) هي بأعينها ، وتكون أزيمة التلوع وأزيمة الغروب متكافئة (٣) في جل الأمر .

ثم إذا أخذنا نحو جهة الشمال أو الجنوب (٤) ، حصل بعض ما كان يغيب عنا لا يغيب البتة ، وبعض ما كان لا يغيب عنا يغيب دائما أو وقتا ، وكلما أمعنا يظهر (٥) مما لا يغيب منها (٦) شيء أكثر ، ويكون في الناحية الأخرى الأمر (٧) بالضد . وكلما (٨) أبطا غروب كوكب (٩) من هذه الجهة (١٠) وصار قوس نهاره أكبر ، أسرع غروب نظيره من تلك الجهة (١١) ، وصار قوس نهاره أصغر . وكل ما ظهر هاهنا مما (١٢) لا يغرب ، يخفى (١٣) هناك نظيره (١٤) مما كان يطلع فلا يطلع . ولو أنا تمادينا في المصير إلى القطب الذى إليه يصير ، ولم يكن عن ذلك مانع ، المفعنا موضعا يكون هناك إما طالع دائما وإما غارب دائما . ونحن نشاهد ألا يغرب يدور على القطب ، وكل ما كان إليه أقرب ، كان مداره أضيق (١٥) ودوره أبطا (١٦) بمقدار ضيق مداره ، ولكنها جميعا تقطع دوائرها معا . وهى — أعنى دوائرها — متوازية . وهذا لا يمكن إلا أن يكون حركة مستديرة (١٧) ، ويكون قطباها ناحيتي

(١) ف : حى

(٢) سا : مالة

(٣) ف : غير واضح

(٤) سا ، د : والجنوب

(٥) سا ، د : جل يظهر

(٦) سا ، د : غير موجود

(٧) سا : غير موجود

(٨) ب : فكلما

(٩) سا ، د : كواكب

(١٠) سا ، د : غير موجود

(١١) [من تلك الجهة] : غير موجود في د

(١٢) في هامش ب بعد ما : كان لا يغرب فلا

(١٣) د : خفى

(١٤) [من تلك الجهة وصار قوس نهاره أصغر وكل ما ظهر هاهنا مما لا يغرب يخفى هناك نظيره] :

غير موجود في سا

(١٥) د : أضيق

(١٦) سا : أيضا

(١٧) [وهذا لا يمكن إلا أن يكون حركة مستديرة] : في هامش ب

ظهورى الكواكب الأبدية الظهور . ولو كانت هذه الحركة لا على هذه الصورة ،
لما كان أبعاد ما بين الكواكب وأعضائها في جميع أقطار الأرض متساوية في المنظر (١)
والذى يرى (٢) من (٣) زيادة مقاديرها عند الطلوع والغروب ، فهو بسبب البخار
الرطب المائى المحيط بالأرض ، ووقوعه بين (٤) الأبصار وبينها . ومن شأن مثله
أن يكون ما وراءه أعظم في المنظر ، ولهذا ما ترى (٥) مقادير الأشياء في المياه
أعظم وأكبر ، وكلما غاصت ازدادت عظما بحسب الرؤية . ومن (٦) الدليل على
صحة هذا الرأى ، بطلان سائر الآراء فيه . مثل رأى من يظن أن النجوم تذهب
على الاستقامة لا إلى نهاية . فليت شعرى ، كيف ترجع (٧) بالاستقامة من ناحية
المشرق مرة أخرى ، وإن كانت ترجع من حيث جاءت ، فكيف لا ترى ، ولم لا (٨)
تتناقص أعضائها وأبعاد (٩) ما بينها كلما ازدادت عنا بعدا ، بل تثبت مقادير أعضائها
وربما زادت عند الغروب في الرؤية . ومثل الرأى السخيف ، القائل إنها تشتعل وتطفأ ،
فيكون في بعض الأرضين لها اشتعال وفي بعضها طفق . وهذا مع سخافته لما فيه من
نسبة خلقة الأجرام الكريمة إلى العبث والتعطيل ، يوجب أن يكون شيء واحد
شتعلا طافيا (١٠) بحسب القياس إلى موضعين ، لأن الكواكب الطالعة على قوم تكون غاربة
عن (١١) آخرين ، تدل على ذلك أيضا (١٢) أرصاد كسوفات القمر ، فقد رصد
كسوف القمر وكان عند قوم بعد الطلوع ، وعند قوم (١٣) طلع وهو منكسف ،
وعند قوم قبل الطلوع حتى أنهم ظهر لهم منجليا ، وكذلك (١٤) رصد في جانب

(١) د : المسطر

(٢) سا : نرى

(٣) ف : في

(٤) د : غير موجود

(٥) سا ، د : ما يرى

(٦) د : وبين

(٧) د : ترجع

(٨) د : غير موجود

(٩) ف ، د : وأبعادها

(١٠) ف : طافا

(١١) د : من

(١٢) د ، سا : غير موجود

(١٣) [بعد الطلوع وعند قوم] : في هامش ب

(١٤) سا : وذلك

الغروب . ثم ما بال بعض البلاد يوجب أن يشتعل فيها ، وبعض البلاد يوجب (١) أن يطفأ . وما بال الكواكب الظاهرة أبدا عند قوم مشتتة دائما عندهم ، ولكنها عند قوم آخرين تطفأ (٢). ويشهد على صحة رأينا هذا ، مطابقة آلات (٣) الأرصاد المنصوبة على واجب أحكام الكرية ، فإنها تستمر على أحكام (٤) الكرية . قال ، وأما أن الفلك كرى ، فيقنع (٥) فيه أمور منها ، إن هذا الشكل أوفق الأشكال لسرعة الحركة المستديرة ، وأزيدها إحاطة (٦) وأنيقها بالجسم الكريم (٧) الذي هو أكرم ، ولأن الفلك جرم بسيط متشابه الأجزاء ، ولا يجوز (٨) أن تكون طبيعة واحدة تفعل في مادة واحدة زاوية أو هيئة (٩) انحناء في جزؤ ولا يفعل في جزؤ (١٠) بل يجب أن تكون هيئة جميع الأجزاء متشابهة الحلقة ، ولا يمكن أن يكون هذا إلا للكرة ، ولا (١١) يمكن أن يكون بسيط متشابه القطوع إلا الكرة (١٢) ، ولأن الكواكب قد تقنع الناظر في أمرها بأنها (١٣) من جوهر ما هي (١٤) فيه (١٥) ، والكواكب كرية ولو كانت (١٦) مسطحات أو مقصعة (١٧) أو شكلا آخر لاختلف مناظر أشكالها لاختلاف أبعاد الناظرين إليها فالفلك المحيط بها في مثل طبيعتها قال (١٨) والمول (١٩) عليه من هذه الحجج (٢٠) هو الأوسط (٢١) .

(١) [أن يشتعل فيها وبعض البلاد يوجب] : في هامش ف - وغير موجود في سا

(٢) ف : تطفئ (٣) سا : غير موجود

(٤) د ، سا : قياس (٥) سا : فيقع

(٦) د : إحاطته (٧) ب ، د : سا : غير موجود

(٨) د ، سا : فلا

(٩) د ، غير واضح

(١٠) [ولا يفعل في جزؤ] : غير موجود في سا

(١١) د ، سا : فلا

(١٢) د : فلكرة

(١٣) ب ، ف : لأنها

(١٤) ب ، ف : ماهية

(١٥) ف ، د : فيها

(١٦) د : كان

(١٧) د : منصفه

(١٨) د ، سا : غير موجود

(١٩) سا : فاللؤلؤ

(٢٠) د : الحجج

(٢١) سا : هي الأوسط والله أعلم - وفي هامش ف : هي الوسطى

فصل

فإن الأرض كرية عند الحس (١)

وقد (٢) يدلنا على كون (٣) الأرض كرية في الحس تقدم (٤) طلوع ما يطلع وغروب ما يغرب وتأخرهما عن (٥) أهل البلدان الطولية (٦) وظهور ما يظهر (٧) أبداً وغيبه ما يغيب أبداً على البلدان العرضية تقدما وتأخرا وظهورا وغيبه توجه الكرية ويظهر حال الطول بالكسوفات القمرية وحال العرض بكواكب القطبين ولو كانت الأرض مقعرة لطلعت الكواكب على الغربيين أولاً وتأخرت عن الشرقيين وليس كذلك فقد رصدت كسوفات القمر الواحد (٨) بأعينها فوجدت تكون (٩) عند الشرقيين في ساعات من ليلهم أكبر وعند الغربيين في ساعات من ليلهم أقل ووجد (١٠) التفاوت في ذلك على ما توجه (١١) كرية الأرض ولو كانت مسطحة لكان الطلوع والغروب في الآفاق في وقت واحد وما يتضرر بسبب الجبال والأراضي المرتفعة فيجب أن لا يكون له قدر محسوس ولو كانت مضلعة بأضلاع مسطحة تخرجها عن أن تكون بالحملة كرية عند الحس لكان طلوع الكواكب وغروبها إنما يكون على سكان سطح واحد في ساعة واحدة (١٢) ويخالف في ذلك سائر السطوح بما له قدر إلا أن تكون السطوح بحيث لا تؤثر (١٣) في كرية (١٤) الحملة أثرا محسوسا على ما عليه الوجود ولكننا نجد تأخر ساعات الكسوفات (١٥)

(١) [فصل في أن الأرض كرية عند الحس] : غير موجود في ما

(٢) د ، سا : قد

(٤) سا : بعدم

(٥) د : هل

(٦) د : للطولية

(٧) سا : يظهر

(٨) سا ، د : الواحدة

(٩) د : غير موجود

(١٠) سا ، د : وجدت

(١١) سا : توجه - وفي ب : [في ذلك إما توجه]

(١٢) [في ساعة واحدة] : في هامش ف

(١٣) في هامش ب : لا تقيده - وفي د : لا يؤثر - وفي ف : غير موجود

(١٤) سا : كونه

(١٥) سا ، د : الكسوف

وقد منها في المساكن على الطول من المشرق إلى المغرب على ما توجه كرية الأرض وكذلك حال طلوع الكواكب وغروبها دون ما يوجه تسطيح واحد أو تسطيح كثير ولا يجوز أن يكون شكلها اسطوانيا يحدث (١) سطحه (٢) في الطول من المشرق إلى المغرب وله سطحان مسطحان إلى القطبين وإلا لكان طلوع الثوابت وغروبها على سكان سطح (٣) واحد بين القطبين واحدا ولكان ما يخفى ويظهر واحدا عند الجميع بل لم يكن سكان الاستدارة يرون شيئا من الكواكب دائم الظهور فلما كان حال ما من المشرق إلى المغرب (٤) في هذه المعاني كحال ما من (٥) الشمال (٦) إلى الجنوب فالتحديق في الجهات على السواء ومسطح الماء في البحر كرى أيضا ولذلك (٧) إذا كنا في البحر وكان بالبعد منا جبل فأول ما يظهر منه رأسه ثم يجعل يظهر ما تحته قليلا قليلا (٨) كان مستورا لا محالة دون رأسه فلا سائر دونه غير حدة (٩) الماء (١٠) .

فصل (١١)

في أن الأرض مستقرة في الوسط (١٢)

قال إن لم تكن الأرض مستقرة في سواء الوسط فلا تخلو ما أن تكون في بعد سواء عن القطبين ولكن خارجة (١٣) عن المحور (١٤) أو على المحور (١٥) ولكن

(١) سا ، د : بمحيث

(٢) سا : تسطحه

(٣) ف : غط - وفي ب بين السمارين : غط

(٤) سا ، د : المغرب إلى المشرق

(٥) ف : ما بين

(٦) ب : الشا

(٧) د : وكذلك

(٨) د : قليل قليل

(٩) سا : جذبة

(١٠) سا : واقع أمام

(١١) سا : الفصل الثالث

(١٢) (فصل في أن الأرض مستقرة في الوسط) : غير موجود في د

(١٣) سا ، د : خارجا

(١٤) سا : المحور

(١٥) سا : المحور

مائة (١) إلى أحد القطبين أو خارجة (٢) عن المحور (٣) ومائلة إلى قطب
ولو صح القسم الأول نوجب أن لا يستوى الليل والنهار أبدا عند ساكني (٤) خط
الاستواء لأن (٥) سطح (٦) الأفق (٧) حينئذ لا يفصل الفلك دائما بنصفين وأما
في سائر الأقاليم فكان إما أن لا يكون ذلك الاستواء أولا يكون إذا كانت (٨) الشمس
على منطقة الحركة الأولى (٩) أعنى معدل النهار لأن اللوثر الكبار الأفقية والمنطقية
كانت لا تتفاضل بنصفين (١٠) فلا يكون الاستواء على نقطتي تقاطع المائل ومعدل
النهار اللذين نذكرهما بعد (١١) بل على دائرة أخرى موازية لها شمالية أو جنوبية ولكانت
القطعة العليا من كل دائرة من المتوازنة (١٢) لا تساوى السفلى من نظيرتها
المساوية إياها (١٣) في البعد عن منطقة معدل النهار فلم يكن نهار أحدهما (١٤)
كليل الأخرى والوجود على خلاف ذلك كله ولكانت (١٥) البلاد التي تميل (١٦)
إلى مشرقها أو مغربها لا يتساوى فيها (١٧) زمان ما بين الطلوع ومسامنة الرأس
وزمان ما بين مسامنة الرأس والغروب ولم تكن الأعظام والأبعاد ترى في كل موضع
متساوية . وأما القسم الثاني فلو صح لوجب أن يكون الأفق إنما يفصل الفلك بنصفين
حيث الكرة منتصبة وذلك إذا قام عمود على منطقة الكل (١٨) وأما في المساكن

(١) سا ، د : ما

(٢) سا ، د : خا جا

(٣) سا : المحور

(٤) سا : ساكني

(٥) سا : لا

(٦) سا : سطح الإستواء

(٧) سا : الأثر

(٨) د : إذا كانت إذا كانت

(٩) سا : الأول - وفي : د : الأهل

(١٠) ب : غير واضح

(١١) د : يقدر

(١٢) سا ، د : الموازية

(١٣) ف : لها

(١٤) ف - أحدهما - وفي سا ، د : أحدهما

(١٥) د : ولو كانت

(١٦) ف ، سا ، د : الميل

(١٧) سا : فإ

(١٨) [وذلك إذا قام عمود على منطقة الكل] غير موجود في سا ، د

المائلة إلى أحد القطبين فإن القطع كانت (١) تكون مختلفة (٢) وكلما (٣) إلى ذلك القطب أصغر وما إلى مقابله أكبر وكلما أمعنا إلى (٤) القطب ازداد (٥) صغر الصغير وكبر الكبير فإذا صرنا عند (٦) القطب كان ما يفصله (٧) الأفق فوقه (٨) أصغر من جميع القطوع وما تحته أكبر (٩) وليس الأمر كذلك بل في جميع البلاد وجميع المساكن ينقسم الفلك بنصفين فترى (١٠) ستة بروج دائما أو يكون (١١) الأفق على منطقة البروج وذلك تنصيف (١٢) على وجه آخر للبروج ولو اجتمع القسمان لاجتمعت المحالات التي في القسمين على أنه لو لم تكن الأرض تحت دائرة معدل النهار (١٣) وهي منطقة الكل بحيث ينتصف على موازاتها لما كانت الأظلال من المقاييس المشرقية والمغربية عند استواء النهار على خط واحد مستقيم بعينه (١٤) في السطوح الموازية للأفق في كل موضع ولو كانت الأرض بالحملة مائلة عن الوسط لما كان نظام تزايد (١٥) النهار وتناقصه (١٦) هذا النظام الموجود وكان القمر لا ينكسف أبدا عن مقابلة (١٧) الشمس وفي كل وقت .

(١) سا ، د : كان

(٢) سا : د : غابا

(٣) سا ، د : وكان

(٤) سا : إل إلى

(٥) سا ، د : ازداد به

(٦) د : إل

(٧) د : كانا يفصله

(٨) سا ، د : فوقنا

(٩) سا ، د : أكبرها

(١٠) ف : وترى

(١١) سا : ويكون - وفي د : ولا يكون

(١٢) سا : ينصف - وفي ف : بنصفين وفي الماش (تنصيف)

(١٣) سا : غير موجود

(١٤) د : لعينه

(١٥) سا : توليد

(١٦) سا : وتناقصه

(١٧) سا ، د : بمقابلة

فصل (١)

في أن لا مقدار للأرض عند الفلك (٢)

لو لم يكن مقدار الأرض بحيث لا يؤثر في الحس أثرا عند السماء فوق ما للمركز إلى المحيط بل كان لها تأثير محسوس لما كانت (٣) أبعاد ما بين الكواكب وأعضائها متفقة في الحس عند كونها في وسط السماء وعند كونها في الأفق ولكان القرب وهو عند توسط السماء يوجب زيادة في ذلك والبعد نقصانا والأمر بالخلاف ولكان استعمال آلات الرصد على بسيط الأرض لا على المركز نفسه يوجب تفاوتنا محسوسا وكانت الأصول المبنية على تلك الأرصاد لا تستدر ولكان الغارب من الفلك أعظم (٤) من الطالع بمقدار محسوس على مقتضى سطر (٥) نصف الأرض لأن النصف في الحقيقة هو السطح (٦) الفاصل للأرض بنصفين لا السطح الخارج عن الأبصار فلصغر قدر الأرض عند الفلك صار كالمطبق أحدهما على (٧) الآخر وكان انطالع ستة بروج تقريبا .

فصل

في أن ليس للأرض حركة انتقال (٨)

وأما (٩) حركة الانتقال فتبطل بما أبطلنا به الميل عن الوسط ولو كان (١٠) لها حركة مستقيمة (١١) صاعدة أو نازلة أو إلى جهة نكاثت أجزاؤها لا تلحقها

(١) سا : الفصل الرابع

(٢) في هامش ب : [في أن الأرض عند السماء غير محسوس صغرا] - وفي د : [فصل في أن

لا مقدار للأرض عند الفلك] غير موجود

(٤) سا : الأعظم

(٣) سا : كان

(٥) ف : غير واضح

(٦) سا : السطح

(٧) سا ، د : في

(٨) في هامش ب : [في أن الأرض غير متحركة] - وفي سا ، د : [فصل في أن ليس

الأرض حركة انتقال] غير موجود

(٩) ف ، سا ، د : أما

(١٠) د : كانت

(١١) سا : غير موجود

البته من تلك الجهة وأما التعجب الواقع في أن الثقل كيف يثبت في موضع ولا يهوى فهو زائل بمعرفتنا أن الفوق (١) دائماً جهة الفلك والسفل جهة الوسط وأما الكل فلا فوق له ولا سفلى لأن الكرة لا اختلاف (٢) فيها (٣) وأن نهاية الحركة الثقيينة مركز الكل ونهاية الحركة الخفيفة ضدها (٤) هو (٥) أفق (٦) الكل وجهة الفلك وجميع أجزاء الأرض متدافعة إلى الوسط وقائمة على زوايا قائمة على بسيط الأرض إذا ورد بها (٧) بالطبع وأما الحركة المستديرة للأرض على نفسها فقد ادعاها (٨) قوم فبعضهم زعم أن الفلك ساكن وأن الأرض تتحرك إلى المشرق فيظن أن الفلك يتحرك والكواكب تطلع وبعضهم زعم (٩) أن الحرمين كلاهما (١٠) يتحركان لكن على التخالف وبطلميموس بعد الفراغ من التعجب من وصفهم شيئاً في غاية الثقل يمثل (١١) هذه الحركة السريعة وإن كان ليس يعجب (١٢) تعجباً يعتد به فإن التعجب يكون لو جعلوها (١٣) قسراً (١٤) وهى (١٥) في غير موضعها (١٦) الطبيعي بحيث يكون لها (١٧) ميل فيه بالطبع إلى حركة أخرى يقول (١٨) لو كانت الأرض لها مثل هذه الحركة إلى المشرق دون سائر (١٩) الأجرام الطبيعية لكان يجب

(١) سا : التوق

(٢) د : لاختلاف

(٣) سا : فيها

(٤) في هاشب ، ف

(٥) سا ، د : وهو

(٦) سا : أفق

(٧) ف : إذا وردتها فيه - وفي سا : إذا ورد فيه - وفي د : إذا وزن فيه

(٨) سا ، د : ادعاها

(٩) ب ، سا ، د : يزعم

(١٠) د : كليهما

(١١) سا : يميل

(١٢) سا ، د : غير موجود

(١٣) ب ، سا ، د : جنوه

(١٤) د : قسماً

(١٥) سا ، د : وهو

(١٦) سا ، د : موضعه

(١٧) سا ، د : له

(١٨) سا : يقول

(١٩) د : سير

أن لا يسبقها طائر أو مزجوم (١) أو مرمى (٢) بل كان كله (٣) يتأخر فلا ترى (٤) حركة مشرقية لشيء (٥) منها فإن قيل إن الهواء يتحرك أيضا مع الأرض مثل حركتها (٦) فذلك محال ولو صح لوجب أن تكون حركة ما في الهواء من الأجرام المائلة إلى السفلى أنقص من حركتها (٧) أعني حركة الأرض والهواء فكان (٨) لا يرى شيء يتحرك في الهواء إلى المشرق بل يتأخر دائما إلى المغرب وليس شيء مما (٩) في الهواء ملتصقا ملتصحا يتحرك معه وإلا لما تقدمت الأشياء فيه ولا (١٠) تأخرت وتزدت ولو (١١) كان للأرض مثل هذه الحركة لكانت (١٢) الأفعال (١٣) لا تقع على سمتها (١٤) بل تتأخر فهذه جوامع ما قال (١٥) ونحن قد بينا استحالة هذه الحركة للأرض في الطبيعيات .

فصل (١٦)

في القول على أن لكل حركة واحدة تعمها وتفسرها من المشرق إلى المغرب (١٧)

قال إنما لما رأينا الكواكب خصوصا الثابتة تطلع من المشرق وتغرب في المغرب ثم تعود كل يوم وليلة وأبعادها محفوظة ودوائرها المرسومة بحركاتها متوازية، صح أن لها حركة واحدة تعمها وهي حركة الكل ووجدت منطقة دائرة معدل النهار وسائر

(١) ف ، د : مزجوم - وفي سا : مزجوج

(٢) ف : مرمى

(٣) ف ، سا ، د : كل

(٤) ف ، سا ، د : ولا ترى

(٥) سا : الشيء

(٦) سا : حركتها

(٧) سا : حركتها - وفي د : حركتها

(٨) د : وكان (٩) ف : بما

(١٠) سا ، د : غير موجود (١١) هـ : لو

(١٢) سا ، د : لكان

(١٣) سا ، د : التكال

(١٤) ف : سميها

(١٥) ف ، سا ، د : ما قاله

(١٦) د : غير موجود - وفي سا : الفصل السادس

(١٧) في هامش هـ : [في المركبتين الأوتيتين] - وفي سا ، د : [في القول على أن لكل

حركة واحدة تعمها وتفسرها من المشرق إلى المغرب] غير موجود

البواثر موازية لها ، وإنما تسمى (١) معدل النهار لأن الشمس إذا حصلت على نقطة من تلك انداثرة استوى الليل والنهار في جميع المساكن . وأما الكواكب الأخرى كالشمس والقمر والمنجيرة فلا تحفظ نسبتهما (٢) إلى الكواكب الثابتة وتأخر (٣) دائماً إلى المشرق ، لا على (٤) دوائر (٥) متوازية ، بل مختلفة قاطعة للمتوازية (٦) إلى جهتي الشمال والجنوب ، وكذلك هي بالحقيقة لا بالنسبة إلينا وميلها إلى الشمال والجنوب (٧) على نسبة وترتيب منتظمين وإن كان الاستقصاء أيضاً في أمر الثوابت على (٨) ما سيوضح بعد قد يظهر من أمرها أنها أيضاً تتخلف إلى المشرق على دوائر متوازية وموازية للمنطقة (٩) المائلة (١٠) للشمس . فذلك أمر بعيد الزمان خفي في ظاهر الأحوال فيجب لا محالة (١١) أن تفرز (١٢) هذه الحركة التي من (١٣) المغرب عن الأولى التي (١٤) من (١٥) المشرق ويجعل غيرها وكالمضادة (١٦) لها ويجب لا محالة لما قلنا أن تكون على دوائر مائلة مقاطعة لمنطقة الحركة الأولى . فإذاً المناطق (١٧) اثنتان : منطقة للمائلة (١٨) ومنطقة معدل النهار . والمنطقة المائلة التي للشمس هي دائرة البروج ومنطقة فلک (١٩) الثوابت على ما نوضحه بعد والتماطعان اللذان بين الدائرة (٢٠)

(١) ف ، سا : سميت - وفي د : سمي

(٢) د : بسببها

(٣) د : ويتأخر

(٤) د : ولا هل

(٥) د : دوام

(٦) ف : غير واضح

(٧) [وكذلك هي بالحقيقة لا بالنسبة إلينا وميلها إلى الشمال والجنوب] : غير موجود في سا ، د

(٨) ب : غير موجود (٩) سا ، د : لمنطقة

(١٠) د : المائل

(١١) سا : غير موجود

(١٢) ف ، د : تفرز

(١٣) سا : من

(١٤) سا : غير موجود

(١٥) سا : من إلى

(١٦) سا ، د : وكالمضاد

(١٧) ف ، سا ، د : المنطقتان

(١٨) ف ، سا ، د : مائلة

(١٩) سا ، د وفي هامش ف : لفلك

(٢٠) د : المائلة

الشمسية ومعدل (١) النهار أحديهما (٢) تسمى نقطة ربيعية وهى التى إذا وافقتها (٣) الشمس انقلب الزمان (٤) إلى الربيع فكان الاستواء الربيعي ، والثانية تسمى نقطة خريفية لما عندها من الاستواء الخريفي وإذا قام على قطبي منطقة البروج ومنطقة الحركة الأولى دائرة قاطعة لهما انفصل منها (٥) بينها (٦) قوسان قوس شمالية وقوس جنوبية يحدان أبعاد (٧) الميل وارتسمت (٨) على دائرة (٩) البروج نقطة شمالية ونقطة جنوبية ، فأما الشمالية فهى نقطة المقلب الصيفي لأن الشمس إذا حصلت (١٠) عندها انقلب الزمان إلى الصيف فى المعمورة التى نعرفها والأخرى المقلب الشتوي (١١) لنظير ذلك . ولما كانت (١٢) الكواكب المتحركة والشمس (١٣) والقمر ترى طالعة وغاربة (١٤) مع الثوابت فمن البين أن الحركة الأولى مستوية على الحركة الثانية ويلزمها ما يتحرك بالحركة الثانية مع حركاتها الخاصة ثم فى النظر الدقيق تظهر أن الكواكب الثابتة ليست تتحرك إلى المغرب بلداتها (١٥) بل يلزم فيها (١٦) برى (١٧) من حركتها إلى المغرب أن تكون هناك حركة أخرى محيطية بالكل ومستوية (١٨) عليه تستتبع سائر الأجرام معها (١٩) وهى لجرم غير مكوكب . وأما أن هذه الحركة

-
- (١) سا : وبين معدل
(٢) سا : أحداها - وفى د : واحداها
(٣) ف ، سا : وأفاها - وفى د : وأفا
(٤) د : غير واضح
(٥) سا : منها
(٦) سا ، د : غير موجود
(٧) سا ، د : أبعد
(٨) سا : اتسمت
(٩) د : دائر
(١٠) د : حصل
(١١) سا ، د : منقلب شمري
(١٢) د : كان
(١٣) سا : فالشمس
(١٤) سا : وغالبية
(١٥) ب : بلواتها
(١٦) ب : مع ما
(١٧) سا : ترى
(١٨) سا : مستوية
(١٩) ف ، سا : مع

ليست للتوابع بذاتها ، بل هي كما للمتجربة فلأن لها حركة إلى المشرق بطيئة جدا خاصة بها كحركة سائر الكواكب ، إلا أن التي لسائر الكواكب سريعة تظهر (١) بالقياس إلى الثابتة ، وأما التي للثابتة (٢) فتظهر بالقياس إلى النقط الأربع الموهومة المذكورة على ما ستعلم . فهذه تظهر أقل وبخلة أدق وأما أن ذلك الفلنك غير مكوكب فلأنه لو كان هناك كوكب لرؤى (٣) لأن الأجسام السماوية كلها مشفة لا تحجب ما فيها من النيرات (٤) عن الأبصار .

فصل

في معرفة أوتار أجزاء الدائرة (٥)

غرضه (٦) العام في هذه الأصول معرفة نسب الأوتار واستخراجها والقسي والزوايا الواقعة على بسيط الكرة ونبدأ بمعرفة الأوتار فإن غرضه (٧) المقدم في هذه الأصول أن يصير لنا (٨) وتر أي (٩) قوس فرضنا معلوما وقوس أي وتر فرضنا معلومة على أن يكون القوس قطعة معلومة من دائرة مقسومة على ثلثمائة وستين جزءا (١٠) والوتر خطا معلوم النسبة إلى القطر المقسوم بمائة (١١) وعشرين قمما ولا يعتبر في هذه المواضع نسبة أجزاء القطر إلى أجزاء المحيط البتة ثم وتر (١٢) السدس وهو مثل نصف القطر معلوم (١٣) وتر الربع أيضا معلوم من كتاب الأصول (١٤) لأوقليدس (١٥)

(١) ف ، د : فظهر

(٢) [تظهر بالقياس إلى الثابتة وأما التي للثابتة] : غير موجود في سا

(٣) د : ازوي

(٤) د : التيران ت

(٥) (فصل في معرفة أوتار أجزاء الدائرة) : غير موجود في سا ، د

(٦) د : عرض (٧) سا ، د : عرض

(٨) سا : غير موجود

(٩) ف : غير واضح

(١٠) سا ، د : جزء منها

(١١) سا : ثمانية

(١٢) د : وبرا

(١٣) وتر السدس = وتر $\frac{260}{6}$ أي وتر ٦٠° = نصف القطر (لق)

(١٤) سا ، د : غير موجود

(١٥) ف ، سا ، د : أوقليدس

(١) وتر الربع = وتر $\sqrt{2}$ = ٩٠ = $\sqrt{2}$ نق = $\sqrt{2}$ نق
(٢) وتر الثلث = وتر $\sqrt{3}$ = ١٢٠ = $\sqrt{3}$ نق = $\sqrt{3}$ نق
(٣) [ووتر ثلث أيضاً معلوم وهو جذر ثلاثة أمثال مربع نصف القطر أي وتر المثلث] :

$$(1) \text{ ویر } 180 - \text{س} = \sqrt{(2 \text{ فق}) - (2 \text{ ویر س})}$$

(٦) ما : المثلث

(v) ط : المحدث

(٨) $\frac{1}{4} \text{ ودر الثمن} = \text{وذر} - \frac{1}{4} \text{ (وذر الربع)} - \frac{1}{4} \text{ (وذر الربع - نق)} = 10$

(٩) [لأنه يقرى على نصف وتر المربع وعلى فضل وتر المثلث على نصف وتر المربع وكلاهما

مطلوبان [: غیر موجود فی سہا ، د

(۱۰) د : وتری

(۱۱) ف ، سا ، د : ح ح ا

۷۰ : ۷ (۱۲)

الخمس وأنه معلوم (١) برهان ذلك أن خط (٢) حد قسم (٣) بنصفين على ه
 وزيد عليه در فيكون حر في رد ، ه د في نفسه مثل ه ر في نفسه أعني (٤)
 ه ب (٥) في نفسه أعني دب ، د ه (٦) كل في نفسه ونسقط د ه المشترك يبقى
 حر في رد مثل دب في نفسه أعني حد في نفسه ف: حر قد انقسم على نسبة ذات
 وسط وطرفين على د (٧) والأطول ضلع (٨) المسدس فالأقصر (٩) لا محالة وهو
 در ضلع المعشر كما علمت و: ب ر يقوى عليهما (١٠) ف: ب ر ضلع الخمس
 ولأن د ه ، دب (١١) معلوم (١٢) ف: ه ب (١٣) معلوم أعني ه ر فجميع ج ر
 معلوم (١٤) و: حد معلوم ف: در أيضا (١٥) معلوم ف: ب ر أيضا معلوم (١٦)*

(١) [و: ب ر ضلع الخمس وأنه معلوم]: في هاش سا

(٢) ف: بين الطرفين - وفي ب: غير موجود

(٣) سا، د: غير موجود

(٤) سا، د: أعني مثل

(٥) ب، ف، سا، د: ه ر

(٦) ب: ه د، ر ب - و ف: د، د، د، د ه

(٧) سا، د: بدلا من عبارة [ف: ح ر قد انقسم على نسبة ذات وسط وطرفين هل د] نجد

عبارة [ف: ح ر على بنسبة ذات وسط وطرفين]

(٨) سا: ف ضلع

(٩) د: والأقصر

(١٠) سا: غير موجود

(١١) سا، د ه، در

(١٢) سا: غير موجود

(١٣) د: [ف: ه ر]

(١٤) [أعني ه ر فجميع حر معلوم]: مكرر في سا

(١٥) سا، د: غير موجود

(١٦) [ف: ب ر أيضا معلوم]: غير موجود في ف، سا، د ولكن يوجد بدلا منها في

ف [و: ب ه معلوم ف: ب د معلوم] بينما يوجد في سا، د [و: ب د معلوم ف: ب د معلوم]

(ه) إيجاد وتر الخمس والمشر

في شكل (١) ه ح نصف دائرة مركزها د د ه عمود على القطر ، نقطة ه منتصف نصف
 القطر ح د ، ثم داخل ه ر - ه ب فيكون در وتر العشر ، ب ر وتر الخمس (لم يثبت ابن سينا ذلك)
 والمطلوب إيجاد قيمتي الوترين .

$$\begin{aligned} \text{البرهان : } ج ر \times ح د + د ه = (ج ر + ه ر) ؟ (ه ر - ج د) + ج د \\ = (ج د + ه ر) (ه ر - ج د) + ج د = ج د \times ه ر - ج د \end{aligned}$$

وخرج (١) ضلع المعشر (لزدنو) (٢) وضلع الخمس (ع لب د) (٣) وب (٤) ولقد تم شكلا نحتاج إليه فيما نحن بسبيله وهو أن كل ذى أربعة أضلاع يقع في الدائرة فإن مسطح (٥) أحد قطريه في الآخر مساو لمجموع مسطحي (٦) كل ضلع في مقابله فإن كان متساوي (٧) الأضلاع فالبرهان قريب جدا فليكن مختلف الأضلاع مثل أب ح د في دائرة ولنخرج (٨) القطرين ولنفرض زاوية (٩) أب د (١٠) أعظم من زاوية دب ح حتى يكون قوسها ووترها (١١) أعظم إذا فرضناه مختلف (١٢) الأضلاع ونأخذ زاوية أب ه مساوية لزاوية (١٣) دب ح وزاويتا ب أ ه ، ب د ح على قطعة واحدة وهي

$$+ \overline{ه د} - \overline{ه ر} \times \overline{و د} + \overline{و د} - \overline{و ر} = \overline{و د} - \overline{و ر} = \overline{و د} + \overline{د ه} + \overline{د ه} \\ \therefore \overline{د ه} = \overline{ر د} \times \overline{د ه} \quad \therefore (نق + ر د) \times ر د = نق^2 \\ \therefore ر د^2 + نق \times و د - نق^2 = صفر$$

$$\therefore \text{وتر المعشر (ر د)} = \frac{-نق \pm \sqrt{نق^2 + ٤ \times نق^2}}{٢} = \frac{نق}{٢} (١ - \sqrt{٥})$$

وبالمثل يمكن إيجاد ر وتر الخمس

(١) سا : [٩ : ٥]

(٢) ف ، سا ، د : لرديه والمقدار (اردنو) أى (٣٧ ٤ ٥٦) معناه

$$٣٧ + \frac{٤}{٦٠} + \frac{٥٦}{٦٠} = ٣٧,٠٨٢٢ \quad ٢٢٢٢ = ٣٧,٠٨٢٢ \quad \text{وذلك باعتبار نق} = ٦٠$$

أما إذا اعتبرنا نق = ١ للمقارنة بالقيمة الحديثة نجد أن المقدار = ٣٧٠٤ ٠,٦١٨٠
أما القيمة الحديثة من الجداول فهي ٣٣٩٨ ٠,٦١٨٠

(٣) ف : ع لب - وفى : ع ل ه - وفى : د : لب ه هذا خلف

والمقدار (ع لب د) = ٤٤٤٤ ٧٠,٥٣٤٤ باعتبار نق = ٦٠

أى = ٧٤٠٧ ١,١٧٥٥ باعتبار نق = ١ والقيمة الحديثة هي ٧٠٥٠ ١,١٧٥٥

(٤) ف : ح - وفى : سا : هذا

(٥) ف ، سا ، د : مربع

(٦) ف ، سا : مربعى - وفى : د : مربع

(٧) ف : موازى - وفى : سا ، د : متوازى

(٨) سا : فلنخرج (٩) سا : غير موجود

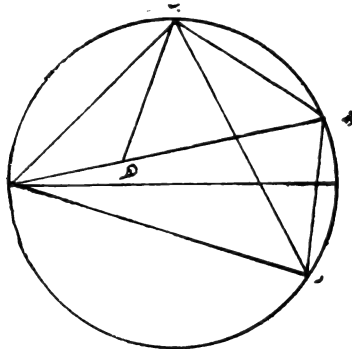
(١٠) د : ف ه

(١١) د : وهو ووترها

(١٢) سا : غير موجود

(١٣) سا ، د : ل

حـ ب متساويتان (١) فالمثلثان متشابهان ف: أ ب في دـ ح مثل د ب في أ هـ وأيضا لأن جميع زوايا (٢) أ ب د مثل هـ ب دـ (٣) وزاويتا حـ هـ ، أ د ب متساويتان (٤) فالمثلثان متشابهان (٥) فـ ضرب ب ح في أ د مثل د ب في حـ هـ فـ جميع ب ح في د أ ،



شكل (٢١)

أ ب في دـ ح مثل جميع د ب في حـ هـ وفي هـ أ أعني في جميع أ حـ وذلك ما أردنا أن (٥)

(١) في هامش ب : [يبقـ د مثل ب هـ ، حاشية : نسبة أ ب ، د ب ، هـ ، دـ حـ]

(٢) ف : في الهامش

(٣) ف : هـ ر حـ - وفي د : د ب -

(٤) في هامش ب : [يبقـ ب د مثل ب هـ دـ]

(٥) سا ، د : شيهان - [وأيضا لأن جميع زوايا ب د مثل هـ ب دـ وزاويتا بـ هـ ، د ب متساويتان فالمثلثان شيهان] : مكررة في ما

• نظرية (١) : في الشكل الرباعي الدائري حاصل ضرب القطرين = مجموع حاصل ضرب كل ضلعين متقابلين

البرهان : في شكل (٢) ب هـ دـ شكل رباعي دائري مختلف الأضلاع أي أن زاوية ب هـ د مثلا

لا تساوي د ب هـ ولنفرض أن ب هـ د أكبر من د ب هـ ونرسم ب هـ د = د ب هـ

ب هـ د هـ ، ب هـ د هـ كل قوس واحدة . ب هـ د هـ = ب هـ د هـ

ب هـ د هـ ، ب هـ د هـ متشابهان . ب هـ د هـ = ب هـ د هـ

ب هـ د هـ = ب هـ د هـ

وفي المثلثين ب هـ د هـ ، ب هـ د هـ : ب هـ د هـ = ب هـ د هـ (علا) ب هـ د هـ

ب هـ د هـ متشابهان وينتج أن ب هـ د هـ = ب هـ د هـ

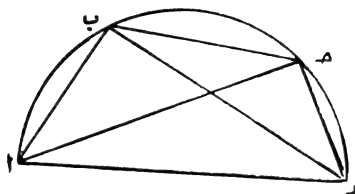
نبيين «ح» ولتبيين أن وتر فضل^(١) نصف الدائرة على قوسين معلومى الوترين^(٢) معلوم ولتوقع القوسين ووتريهما على طرفى القطر ليسهل استخراج وتر القوس التى بها يفضل نصف الدائرة عليها^(٣) وهى القوس الواقعة بينها فإنها ووترها مساويان^(٤) للفضل ووتره لو كانا واقعين^(٥) عند طرف القطر والقوسان^(٦) المعلومان^(٧) ووترهما واقعين^(٨) على هؤلاء^(٩) من الطرف الآخر فليكن المطلوب معرفته^(١٠) وترا مثل وتر ح ب^(١١) من معرفة وترى^(١٢) د ح ، أ ب الخارجين عن طرفى^(١٣) قطر أ د ولتصل^(١٤) د ب ، ح أ وهما معلومان بسبب أنهما وترا تمام نصف الدائرة^(١٥) بعد قوس معلومة الوتر والقطر معاوم وزاوية القطر لا محالة قائمة ف ضرب أحدهما فى الآخر معلوم يذهب د ح فى ب أ المعلوم^(١٦) بسبب أن د ب ، ج أ معلومان^(١٧) يبقى ج ب^(١٨) فى د أ فلنقسم^(١٩) ذلك على د أ المعلوم يخرج ج ب ومن هذا

$$\therefore \text{ب} \times \text{أ} = \text{د} \times \text{ح} = \text{د} \times \text{ب} \times \text{أ} \times \text{ح}$$

بالجمع ينتج أن $\text{أ} \times \text{ب} \times \text{ح} + \text{د} \times \text{أ} \times \text{ب} = \text{د} \times \text{أ} \times \text{ب} \times \text{ح} + \text{د} \times \text{أ} \times \text{ب} \times \text{ح}$ وهو المطلوب

- (١) سا : غير موجود
- (٢) ف ، سا ، د : الوتر
- (٣) ف ، سا ، د : عليها
- (٤) سا ، د : يكون مساويا
- (٥) د : واقعين
- (٦) د : والقوستان
- (٧) د : غير موجود
- (٨) د : واقعين
- (٩) ب ، د : الولا - وفى ف ، سا : الولا
- (١٠) سا ، د : غير موجود
- (١١) د : ح ر
- (١٢) سا : وترين
- (١٣) سا ، د : طرف
- (١٤) ف ، سا ، د : فلنصل
- (١٥) د : النهار
- (١٦) فى هاشب ب : من د ب فى د أ
- (١٧) ف : معلوم أن - وفى سا ، د : معلوم
- (١٨) ف : ح د
- (١٩) ف : فلنقسم

نعلم أن الباقي بعد قوسين معلومتين (١) الوتر من نصف (٢) الدائرة معلوم الوتر (٣) فإنه يكون مثل هذا الواقع في الوسط وإذا (٣) علم هذا فقد علم وتر (٤) الفضل بين



شكل (٣)

قوسين معلومتين (٥) الوتر كقوس السدس وقوس الخمس والفضل بينهما (٥٥) « د » ويمكننا أن نعلم أيضا (٦) وتر نصف قوس معلومة الوتر فلنصل بقطر (٧)

(١) ف ، سا ، د : معلوم

(٢) ف مشطوبه - وفي سا ، د : غير موجو:

(٥) نظرية (٢): إذا علم في دائرة وتران يقابلان زاويتين معلومتين فإن وتر ١٨٠° - مجموع الزاويتين يصبح معلوما

البرهان : في شكل (٣) الوتران د ح ، ح ف معلومان المطلوب هو الوتر د ح

°: د ح معلوما ، د ف = ٢ فنق °: ح ف يصبح معلوما وبالمثل د ح يصبح معلوما

وباستخدام نظرية (١) للشكل الرباعي الدائري د ح ف ح نجد أن

$$د ح \times ح ف = ح ف \times ح ف + ح ف \times د ح = د ح \times د ح$$

في هذه المعادلة د ح معلوم ، ح ف معلوم ، د ح أحد الوترين ، ف الوتر الثاني ، د ح = ٢ فنق

°: يمكن معرفة ح ف المطلوب

(٤) سا ، د : غير موجود

(٣) سا ، د : وإذا

(٥) سا ، د : معلوم

(٥٥) نظرية (٣): إذا علم في دائرة وتران يقابلان زاويتين معلومتين فإن وتر الفرق بين الزاويتين

يصبح معلوما

البرهان : لم يذكر ابن سينا برهان هذه النظرية ولكنه أشار إلى إمكان ذلك من نظرية (٢) وذلك

واضح لأنه إذا كان الوتران المعلومان هما د ح ، د ح فالملسوب هو ح ف (شكل ٣)

فمن د ح نجد ح ف ومن د ح نجد ح ف

ومن الشكل الرباعي الدائري ح ف د ح : د ح = د ح \times ح ف + ح ف \times د ح = د ح \times د ح

حيث نجد أن جميع القيم معروفة فيها عدا ح ف الذي يمكن استنتاجه

(٦) سا ، سا : أيضا أن نعلم (٧) ف : مشطوب

فنصفه هـ معلوم ف: أ ر معلوم و: ر ح معلوم ومثلث أ د ح (١٠) القائم الزاوية

- 5

ف : د ح واسطة و : ر ح (١) معلوم (***). وإذا (٢) عرفنا هذا فقد اتضح لنا السبيل إلى معرفة وتر ستة أجزاء ووتر (٣) ثلاثة أجزاء ووتر جزء ونصف ووتر نصف وربع جزء من معرفتنا وتر قوس اثني عشر جزءا (٤) هـ ونقول أيضا (٥) : إنا إذا أعطينا قوسين صغيرتين (٦) معلومتين (٧) الوتر أمكننا أن نعرف وتر مجموعهما مثل وترى أ ب ، ب ح فإنهما معلومان (٨) فنقول (٩) إن وتر مجموع القوسين (١٠) أعنى أ ح (١١)

(١) د : [ف : ر ح]

(***). نظرية (٤) : إذا عرفنا وتر قوس ما أمكن إيجاد وتر نصف القوس البرهان في شكل (٤) نفرض القوس المعلوم هو ب ح ووتره ح ب . نصف القوس في نقطة د والمطلوب إيجاد الوتر ح د

نأخذ نقطة هـ على ب ح بحيث يكون ب هـ = ب ح ومن د ننزل العمود د ر على ب ح

في المثلثين ب د هـ ، د ح : ب هـ = ب ح ، ب هـ = ب ح ، د هـ = د هـ لأنهما تقابلان قوسين متساويتين ، د مشتركة

∴ ينطبق المثلثان وينتج أن د هـ = د هـ = د هـ

∴ في المثلث هـ د ح يكون هـ ر = ر ح

∴ ب ح معلوم ∴ ب هـ أي ب هـ معلوم ،

∴ ب هـ معلوم ∴ ب ح معلوم

∴ هـ ر أو ر ح معلومان

وفي المثلثين ب د ح ، د ر ح : ب د = د ر = د ر ، د ر = د ر ، د ر = د ر

لأنهما محيطيتان تقابلان قوسين متساويتين عند المحيط

∴ المثلثان متشابهان وينتج أن $\frac{ب د}{د ر} = \frac{د ر}{د ح}$

لكن ب هـ ، ب ح معلومان ∴ يمكن معرفة د ح وهو المطلوب

(٢) د : وإذا

(٣) د : ووتر

(٤) في هامش ب : [ووتر فضل ما بين خمس الدائرة وحدها] - من النظريات السابقة يمكن

معرفة وتر السدس (٦٠) ووتر الخمس (٧٢) ومن ذلك نستطيع تعيين وتر الفرق بينهما أي وتر

١٢ وبالتصنيف نجد وتر ٦ ثم وتر ٣ ووتر ١ ١/٢ ووتر ١/٢ .

(٥) سا : غير موجود (٦) سا : غير موجود

(٧) ف ، سا : معلوم

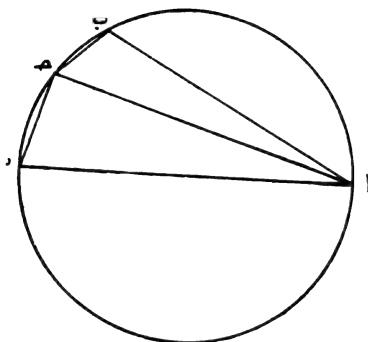
(٨) [فإنهما معلومان] : غير موجود في سا

(٩) سا : فقول

(١٠) د : القوس

(١١) ب : ب د

معلوم (١) ولنفرض مجموعهما (٢) أقل من نصف دائرة وهو (٣) المطلوب في مباحثنا أعني أ ح (٤) ولنخرج القطر أ د ونصل ح د فلأن أ ب ، ب ح معلومان (٥)



شكل (١٥)

ف : د ح الباقي معلوم ، فوتر قوس أ ح الباقية إلى نصف الدائرة معلوم هو ، وبرهان هذا في الكتاب أننا نخرج أيضا قطر ب ه (٦) ونصل ح د ، د ه ، ح ه ، د ب . (٧) و : ب ح معلوم ف : ح ه أيضا معلوم (٨) ويمثل (٩) ذلك ب د بسبب أ ب معلوم ، ويصير ه د معلوما ، فيصير ح د الضلع الرابع معلوما بسبب القطرين وهما ح ه ، ب د ويحصل أ ح معلوما* فإذا فصلنا وتر قوس أصغر أوتار القسي المفروضة

(١) [أ ح : ح معلوم] : غير موجود في سا

(٢) سا : وتر مجموعهما

(٣) ف : فهو - وق سا : فذلك هو

(٤) سا : ا ج معلوم - وق د : [ولنفرض مجموعهما أقل من نصف دائرة وهو المطلوب في

مباحثنا أعني ا ج] غير موجود

(٥) سا ، د : معلوم

(٦) ف : ب ه ر

(٧) ه : ح د ، د ه ، ه د ب

(٨) [ف : ح ه أيضا معلوم] : غير موجود في د

(٩) ف ، سا ، د : ولثل

(١٠) نظرية (٥) : إذا عرفنا وترى قوسين صغيرين فإن وتر مجموعهما يصبح معلوما

البرهان : في شكل (٥) الوتران أ ب ، ب ح معلومان والمطلوب تعيين الوتر أ ح

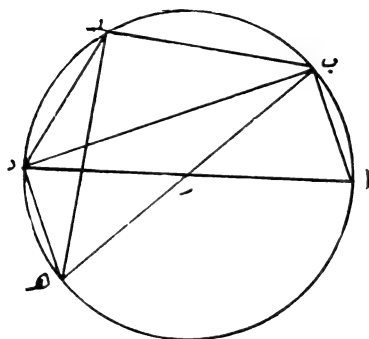
نرم القطر أ د فيكون القوس د ح = ١٨٠ - مجموع القوسين أ ب ، ب ح

و الوتر د ح يصبح معلوما (نظرية ٢)

وبنفس النظرية نعرف الوتر أ ب لأن القوس أ ح = ١٨٠ - القوس د ح وهو المطلوب

برهان آخر : ذكر ابن سينا برهانا آخر استعمل له شكل (٦) فترسم القطر ب ه

ولم نزل نركب (١) تلك القوس مع قسى آخر معلومة الأوتار كان أوتار المجموعات



شكل (٦)

معلومة وكذلك إذا ضاعفنا (٢) القوس الصغيرة (٣) جددا دائما (٤) وبطلميوس يروم أن يضع أصغر الأوتار وتر (٥) نصف جزء وإذا (٦) عرفت وتر نصف جزء أمكنك أن تستخرج وتر ربع جزء ونمن جزء على سبيل التنصيف (٧)

°: ب معلوم °: هـ يصبح معلوما لأنه وتر ١٨٠ - قوس ب =

، °: ا معلوم °: د يصير معلوما لأنه وتر ١٨٠ - قوس ا =

والآن من ب الذي أصبح معلوما يمكن معرفة هـ د وتر ١٨٠ - قوس د =

وفي الشكل الرباعي الدائري ب د هـ : ب د × هـ = د هـ × ب = د هـ × د + د هـ × ب = د هـ × د

والمقادير المعلومة هي ب د ، د هـ ، ب هـ ، هـ د ، ب هـ (= ٢ نق)

°: يصبح د معلوما

والآن في المثلث القائم الزاوية ا ب د : ا د = ٢ نق ، د معلوم

°: يمكن معرفة ا ب وهو المطلوب

(١) د : تركت

(٢) د ، سا : ضعفنا

(٣) د : الصغير

(٤) ف : بين السطرين - وفي ب : غير موجود

(٥) سا : غير موجود

(٦) د : غير موجود

(٧) [حل سبيل التنصيف] : غير موجود في سا ، د

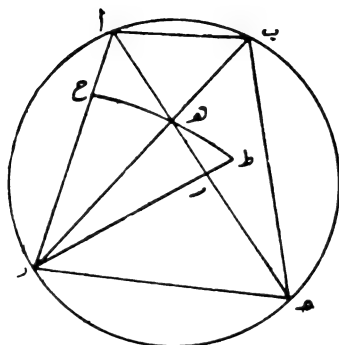
ولكن (١) الذى اعتمدناه (٢) من طريق التنصيف لا يؤدى بنا (٣) إلى النصف (٤) جزء حتى يسهل علينا معرفة سائرهما وذلك من شكل ح الذى (٥) قدمه لأننا انتهينا فى استخراج الأوتار إلى وتر فضل ما بين الثلث والخمس وذلك وتر ثمانية وأربعين والتنصيف يؤدى بنا إلى وتر أربعة وعشرين ثم اثني عشر ثم ستة ثم ثلاثة ثم واحد ونصف ثم نصف وربع ولا يؤدى إلى معرفة وتر الواحد (٧) أو وتر (٨) النصف وكذلك (٩) تنصيف (١٠) وتر السدس يؤدى إلى وتر ثلاثين ووتر خمسة عشر ووتر سبعة (١١) ونصف ولا يؤدى إلى الواحد وإلى النصف وإن ابتدأت من تنصيف وتر العشر تأديت أيضا إلى أربعة ونصف واثني عشر وربع فلو (١٢) كان يمكننا أن نعرف وتر ثلث قوس معلومة الوتر بالخطوط لكان ذلك يخرج لنا من وتر جزء ونصف «ر» قال: فإذا لم يمكننا (١٣) ذلك فيجب أن نسلك فيما (١٤) نرومه (١٥) سبيلا من التقريب ونستعين بهذا الشكل قال نسبة الوتر الأطول إلى الوتر الأقصر فى دائرة واحدة أصغر من نسبة القوس الكبرى إلى القوس الصغرى فليكن وتر ح ب أطول من وتر أ ب فأقول: (١٦) إن نسبة وتر ح ب الأطول إلى وتر أ ب الأقصر (١٧) أصغر من نسبة قوس ح ب إلى قوس أ ب فلنصل ح أ ولننصف زاوية ب نخط ب د

-
- (١) سا : لكن
(٢) ف ، سا ، د : اعتمد
(٣) ف ، سا ، د : به
(٤) ف ، سا ، د : نصف
(٥) [من شكل ح الذى قامه] : فى هامش ب - وفى سا ، د : غير موجود
(٦) ب : اثنا
(٧) سا ، د : واحد
(٨) د : ووتر
(٩) سا : لذلك
(١٠) د : تنصف
(١١) سا : لسة
(١٢) ب : ولو
(١٣) د : يمكننا
(١٤) سا : ما
(١٥) د : يرومه
(١٦) سا : وأقول
(١٧) سا ، د : الأصغر

يقطع حـ أعلى هـ وننفذه (١) إلى د ونصل حـ د ، دأ ومعلوم أنها متساويان لأنها
وترا قوسين متساويتين لأن زاويتيها عند ب (٢) متساويتان ولنخرج من د (٣)
عمود در (٤) ومعلوم أنه يقع في مثلث هـ حـ د (٥) لأنه ينصف حـ أ قاعدة (٦)
مثلث (٧) متساوي الساقين ثم حـ هـ أطول من هـ أ لأن حـ ب أطول من ب أ (٨)
وهما على نسبة (٩) الوترين (١٠) الأولين (١١) لأن زاوية ب منصفه فلأن زاوية
ر قائمة فهي أكبر من زاوية دأ حـ وهي لا محالة أصغر من دها (١٢) الخارجة وأكبر
من دهر الباقية فضلع أ د أطول من د هـ و : د هـ أطول من در فإذا جعلنا د (١٣)
مركزا وأدرنا (١٤) ببعد (١٥) د هـ قطاعا وقع داخل مثلث دها وقطع دأ
على ح (١٦) ووقع خارجا (١٧) عن (١٨) مثلث د حـ ر فلنخرج العمود حتى
يلقاه على ط فبين أن قطاع د هـ ط أعظم من مثلث دهر وقطاع د هـ ح (١٩)
أصغر من مثلث دها فإذا (٢٠) نسبة قطاع د هـ ط (٢١) أعنى زاوية هـ در (٢٢)

-
- (١) ف : مشطوب - وف ب : ينفذ هـ و في سا، د : غير موجود
(٢) [عند ب] : غير موجود في سا
(٢) [من د] : غير موجود في سا
(٤) سا : هـ ر
(٥) سا ، د : ج د هـ
(٦) سا : مكرر
(٧) سا ، د : غير موجود
(٨) [لأن حـ ب أطول من ب أ] : غير موجود في سا ، د
(٩) سا ، د : نسبتهما
(١٠) د : الوترين
(١١) [الوترين الأولين] : غير موجود في ب
(١٢) سا : د هـ
(١٣) د : حـ
(١٤) ف : مشطوب - وف في سا ، د : غير موجود
(١٥) سا ، د : وببعد
(١٦) ف ، سا ، د : حـ
(١٧) [ف] ، سا ، د : خارج
(١٨) سا ، د : غير موجود
(١٩) ف : د هـ
(٢٠) ب : فتكون .
(٢١) [أعظم من مثلث دهر وقطاع د هـ حـ أصغر من مثلث د هـ ط] :
غير موجود في د .
(٢٢) سا ، د : حـ ر .

إلى قطاع د ه ح (١) أعنى زاوية ه د ح (٢) أعظم من نسبة [مثلث ه د ر إلى مثلث



شكل (٧)

أ ه د (٣) أعنى قاعدة ر ه إلى قاعدة ه أ (٤) [من مثلثين ارتفاعهما واحد فإذا
ركبنا (٥) تكون (٦) نسبة رأ إلى أه أصغر من نسبة جميع زاوية ردأ إلى زاوية (٧)
ه د أ وإذا ضعفنا المقدمين كانت نسبة جميع ح أ إلى أه (٨) أصغر من نسبة
جميع زاوية د إلى زاوية أ د ه وإذا (٩) فصلنا كانت نسبة ح ه إلى ه أ أعنى
ح ب إلى أب (١٠) أصغر (١١) لأن الزاوية منصفة أصغر (١٢) من نسبة زاوية
ح د ب إلى زاوية ب د أ أعنى قوس ح ب (١٣) إلى قوس ب أ (١٤) «ح» فليكن الآن

(١) ف ، د : د ه ح .

(٢) ف : د ه ح

(٣) ب : غير واضح .

(٤) العبارة التي بين القوسين هي في سا ، د : [مثلث ه د ر أعنى قاعدة ه ر إلى مثلث

أ ه د أعنى قاعدة ه أ] - وفي ف نجد نفس العبارة حيث [أعنى قاعدة ه ر] في الهامش .

(٥) سا ، د : بالتركيب .

(٦) سا ، د : غير موجود .

(٧) د : غير موجود .

(٨) د : غير واضح .

(٩) سا ، د : فإذا .

(١٠) د : مكرر .

(١١) ف : مطلوب - وفي سا ، د : غير موجود .

(١٢) ب : غير موجود - وفي ف : في الهامش .

(١٣) د : د ب .

(١٤) نظرية (٦) : نسبة الوتر الأطول إلى الأقصر في دائرة أصغر من نسبة القوس الكبرى

إلى الصغرى .

البرهان : في شكل (٧) وتر ح ب أطول من ا ب والمطلوب إثبات أن

$$\frac{\text{الوتر ح ب}}{\text{الوتر ا ب}} \text{ أقل من } \frac{\text{القوس ح ب}}{\text{القوس ا ب}}$$

نصف ا ب بالمستقيم د ليقابل المحيط في نقطة د ثم نسقط العمود د ر على ا ب ليقابله في ر ثم نركز في نقطة د ونرسم قوساً من دائرة نصف قطرها د ه حيث ه نقطة تقاطع د ا ، ا ح ونفرض أن القوس يتقابل امتداد د ر في ط وتقطع د ا في ع .

$$\therefore \text{ح ب} = \text{د ا} = \text{د ا} \text{ بالتصنيف} \quad \therefore \text{الوتر ح ب} = \text{د د}$$

\therefore المثلث د ا ح متساوي الساقين

\therefore د ر عمود من رأس المثلث د ا ح على القاعدة فهو ينصفها $\therefore \text{ح ر} = \text{ا ر}$
في المثلث ا ب ح : ب ه ينصف زاوية الرأس ا ب ح ويلاقى القاعدة في ه .

$$\therefore \frac{\text{ح ب}}{\text{ا ب}} = \frac{\text{ح ر}}{\text{ا ر}}$$

لكن $\text{ح ب} < \text{ا ب}$ فرضاً $\therefore \text{ح ر} < \text{ا ر}$

\therefore العمود د ر يقع داخل المثلث ه د ا \therefore القائمة $\text{د ه} < \text{د ر} < \text{د ا ه}$

\therefore $\text{د ر} > \text{د ه}$ ا د أى أن القوس ط ه يقطع ا ح ويقطع امتداد د ر

\therefore قطاع $\text{د ه ط} < \text{مثلث د ه ر}$ وقطاع $\text{د ه ع} > \text{مثلث د ه ا}$

$$\therefore \frac{\text{قطاع د ه ط}}{\text{قطاع د ه ع}} < \frac{\text{مثلث د ه ر}}{\text{مثلث د ه ا}} \quad \therefore \frac{\text{زاوية ه د ر}}{\text{زاوية ه د ع}} < \frac{\text{القاعدة ر ه}}{\text{القاعدة ه ا}}$$

$$\therefore \frac{\text{ر د} + \text{ا د}}{\text{ه د}} > \frac{\text{ر د} + \text{ا د}}{\text{ه د}} \quad \therefore \frac{\text{ر د}}{\text{ه د}} > \frac{\text{ا د}}{\text{ه د}}$$

بضرب الطرفين في ٢ ينتج أن

$$\frac{٢ \text{ ر د}}{\text{ه د}} > \frac{٢ \text{ ا د}}{\text{ه د}} \quad \therefore \frac{\text{ا د}}{\text{ه د}} > \frac{\text{ر د}}{\text{ه د}}$$

ومن ذلك ينتج أن

$$\frac{\text{ا ح} - \text{ا د}}{\text{ه د}} > \frac{\text{ا ح} - \text{ا د}}{\text{ه د}} \quad \therefore \frac{\text{ا ح}}{\text{ه د}} > \frac{\text{ا د}}{\text{ه د}}$$

$$\text{لكن } \frac{\text{ح ب}}{\text{ا ب}} = \frac{\text{ح ر}}{\text{ا ر}}$$

$$\therefore \frac{\text{ح ب}}{\text{ا ب}} > \frac{\text{ح د}}{\text{ا د}} \quad \text{أى أن } \frac{\text{ح ب}}{\text{ا ب}} > \frac{\text{القوس ح ب}}{\text{القوس ا ب}} \text{ وهو المطلوب}$$

أد (١) في هذه الدائرة وتر واحد ونصف وهو كما خرج بالحساب جزء وأربع وثلاثون (٢) دقيقة وخمسة عشرة (٣) ثانية (٤) ووتر أ ح (٥) وتر الجزء المجهول الذي هو الواحد ووتر أب (٦) وتر نصف وربع وقد خرج (٧) بالحساب سبعة (٨) وأربعون (٩) دقيقة وثمانى ثوان (١٠) ولأن نسبة قوس أد (١١) إلى قوس أ ح (١٢) نسبة (١٣) مثل ونصف إلى مثل فنسبة (١٤) وتر أد (١٥) إلى وتر أ ح (١٦) أصغر من نسبة مثل ونصف إلى مثل ف : أ ح (١٧) أكبر (١٨) من ثلثي أد (١٩) فهو إذن أكثر (٢٠) من جزء ودقيقتين وخمسين ثانية (٢١) الذى هو

(١) ف ، سا ، د : د : ف ح .

(٢) ب ، د : د وأربع وثلاثين - وف ف : .: أربعة وثلاثون .

(٣) سا : وخمسة عشر .

(٤) القيمة = (١٥ ٣٤ ١) = $1 + \frac{24}{60} + \frac{10}{3600}$ = ١,٥٧٠٨ ٣٣٣٣ باعتبار

نق = ٦٠ أو ٨٠٥٦ ٠,٢٦١ باعتبار نق = ١ أما القيمة الصحيحة فهي ٠,٢٦١ ٧٩٢٠

(٥) ع : غير واضح - وف سا ، د : ف ح

(٦) ف ، سا ، د : د : ف ح

(٧) د : خرج ك .

(٨) سا ، د : صبع .

(٩) ف : وأربعين .

(١٠) ف ، سا ، د : وثمان ثوانى- والقيمة هي (صفر ٤٧ ٨) = ٠,١٣٠ ٩٢٥٩ باعتبار نق = ١

والقيمة الصحيحة هي ٨٩٨٦ ٠,١٣٠

(١١) ف ، سا ، د : د : ف ح

(١٢) ف ، سا ، د : د : ف ح

(١٣) ب : ق الماش .

(١٤) د : ونسبة .

(١٥) ف ، سا ، د : د : ف ح

(١٦) ف ، سا ، د : د : ف ح

(١٧) ف ، سا ، د : د : ف ح

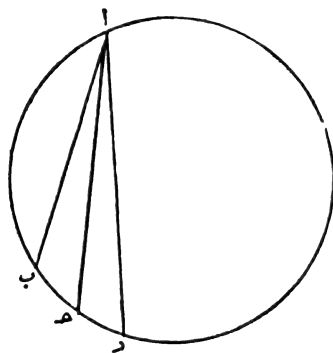
(١٨) سا : أكثر .

(١٩) سا ، د : د : ف ح

(٢٠) سا ، د : أكبر .

(٢١) القيمة = (١ ٢ ٥٠) = ٠,١٧٤ ٥٣٧١ باعتبار نق = ١ .

ثلاثا د (١) وبحسب ذلك (٢) أصغر من مثل وثلاث (٣) اب (٤) ومثل وثلاث
اب (٥) هو أيضا جزء ودقيقتان وخمسون (٦) ثانية فهو بعينه أكبر وأصغر من
شيء واحد بحسب ابن فلتنذهب الزيادة والنقصان (٧) تقريبا بين وتر اج (٨) جزء ودقيقتين



(شكل ٨١)

وخمسين ثانية (٩) بالتقريب فإذا مقدار وتر (١٠) نصف قوس اج (١١) بالتقريب
وهو الذي كان يراد استخراج معلوم (*) فتصير بالتركيب (١٢) مقادير

(١) ف ، سا ، د : د : ا .

(٢) ف ، سا ، د : د : ذلك ا .

(٣) سا : ثلاث .

(٤) ف ، سا ، د : د : ا .

(٥) ف ، سا ، د : د : د .

(٦) ب : وخمين .

(٧) ف ، سا ، د : بالنقصان .

(٨) ف ، سا ، د : ا .

(٩) د : ودقيقتان وخمسون ثانية .

(١٠) ف ، د : غير موجود - وفي ب : بين السطرين .

(١١) ف ، سا ، د : ا .

(١٢) ف : مطلوب - وفي سا ، د غير موجود

(٥) همين قيمة وتر درجة واحدة

نفرض (شكل ٨) أن ا وتر $\frac{1}{2}$ درجة ، ا وتر $\frac{3}{4}$ درجة ، ا وتر درجة واحدة

وقد عرفنا فيما سبق قيمة ا ، ا والمطوب إيجاد قيمة ا .

$$\therefore \frac{\text{قوس ا}}{\text{قوس ا}} = \frac{\text{وتر ا}}{\text{وتر ا}} \therefore \frac{\text{وتر ا}}{\text{وتر ا}} > \frac{3}{2} \quad (\text{نظرية ٦})$$

القسي المتزايدة بنصف (١) درجة نصف درجة معاومة من طريق تركيب قوسين معلومتى (٢) الوتر وقد وضع بطليموس لها جداول مبتدئة من نصف درجة ومرتادة بنصف درجة نصف درجة إلى مائة وثمانين درجة فوضع أولا جدولاً للقوس (٣) ثم تلاه بجدول (٤) ما يخصه من الوتر ثم تلاه بجدول (٥) ما يخص دقيقة واحدة قوسية من الوتر حتى إذا طلب وتر ما هو أزيد أو أنقص من الموضوع بدقائق زيد أو نقص ما يخص تلك الدقائق بأن يضرب ما يخص دقيقة واحدة في عدد دقائق التفاوت فما اجتمع يزداد أو ينقص وهذا (٦) بالتقريب الذى لا يظهر للحس وأما في الحقيقة فليس (٧) نسب (٨) القسي بحسب الأوتار فهذا هو الغرض الأول من هذه الأصول (٩) (**).

$$\therefore \text{وتر } \Gamma - \Delta < \frac{2}{3} \Gamma \text{ أى } ٥٣٧١ < ٠,٠١٧٤ \text{ باعتبار نق } ١ =$$

$$\text{ومن جهة أخرى } \frac{\text{قوس } \Gamma}{\text{قوس } \Delta} = \frac{4}{3} \therefore \frac{\text{وتر } \Gamma}{\text{وتر } \Delta} > \frac{4}{3}$$

$$\therefore \text{وتر } \Gamma - \Delta > \frac{1}{3} \Gamma \text{ أى } ٥٣٧١ > ٠,٠١٧٤$$

$$\therefore \Gamma - \Delta > \text{أكبر من وأصغر من نفس القيمة} \therefore \text{فهو يساوى هذه القيمة.}$$

$$\therefore \Gamma - \Delta = ٥٣٧١ \cdot ٠,٠١٧٤ \therefore \text{من ذلك توجد وتر نصف درجة بالتنصيف.}$$

(١) سا : لنصف .

(٢) ف ، سا : معاوى .

(٣) ف : جدول القوس - وفى د : حدا وأول القوس - وفى سا : جدول قوس .

(٤) د : لجدول .

(٥) [يخصه من الوتر ثم تلاه بجدول] : غير موجود فى سا

(٦) سا : وهكذا .

(٧) [بجدول ما يخص دقيقة واحدة قوسية من الوتر حتى إذا طلب وتر ما هو أزيد أو أنقص من الموضوع بدقائق زيد أو نقص ما يخص تلك الدقائق بأن يضرب ما يخص دقيقة واحدة في عدد دقائق التفاوت فما اجتمع يزداد أو ينقص وهذا بالتقريب الذى لا يظهر للحس وأما في الحقيقة فليس] : مكرر فى د .

(٨) د : بسبب .

(٩) [الأوتار فهذا هو الغرض الأول من هذه الأصول] : غير موجود فى سا .

(*) وضع بطليموس جداول الأوتار للقسي لفرات نصف درجة ثم وضع قيمة وتر دقيقة واحدة فإذا كان المطلوب مثل وتر زاوية س° + ١° + ١° + ... عددا من الدقائق نأخذ من الجدول قيمة وتر س° + ١° ثم نضيف إليه عدد الدقائق × نصيب الدقيقة الواحدة . وذلك بالتقريب لأنه يعتمد على أن الزيادة فى القوس تتناسب مع الزيادة فى الوتر .

فصل

في معرفة الميل (١)

ط و أما الغرض الثاني فأن نعرف القوس التي (٢) بين الانقلابين حتى إذا نصفناها (٣) كان غاية (٤) الميل وأن نعطي أصولا تعرف بها القسي المجهولة من دوائر مرسومة على بسيط كرى منها قسي ميول درج البروج وهي ما ينجاز (٥) بين نقطة الدرجة من فلك البروج ونقطة المقطع من معدل النهار من القسي التي هي أجزاء دائرة كبرى تمر (٦) بقطبي (٧) المعدل وبالدرجة ومنها قسي أخرى على ما نوضحه في التفصيل (٨) فأما سبيل رصد الميل فأن نتخذ دائرة نحاسية يحيط بها سطوح أربعة متوازية وتنقسم بدرج ودقائق ما أمكن وأخرى تلور فيها ولا تسر ما قسم من دورها ويجعلان على غاية الهندام ويعمل على قطر الداخلة مثل دفتي (٨) الاسطرلاب وشظيتيه (٩) بغاية الاحتياط وقيمتها (١٠) موفقة على عمود (١١) إقامة مقاطعة لسطح الأفق على زاوية قائمة ويكون سطحها (١٢) هاتين (١٣) في (١٤) سطح دائرة نصف النهار (١٥) وأما (١٥) إقامة سطحهما مقاطعين لسطح الأفق على زاوية

-
- (١) [فصل في معرفة الميل] : غير موجود في سا ، د .
 (٢) د : الذي . (٣) سا ، د : نصفناه .
 (٤) سا : عليه . (٥) ب : غير واضح .
 (٦) ف ، سا : ثم - وفي ب : [بحوز] وبين السطرين [تمر] .
 (٧) سا : نقطتي .
 (٨) تعريفات : غاية الميل : أكبر ميل للشمس عن خط الاستواء obliquity of ecliptic قوس ميل درجة البروج : بعد النقطة عن خط الإستواء السماوي .
 (٩) ف ، سا ، د : لبتى .
 (١٠) ب ، ف : غير واضح .
 (١١) د : نقيمتها .
 (١٢) [على عمود] : غير موجود في سا .
 (١٣) د : سطحها .
 (١٤) د : في بين .
 (١٥) د : غير موجود .
 (١٦) الآلة التي يرصد بها غاية الميل تتكون من حلقتين من النحاس متحدتي المركز والخارجة منهما مقسمة إلى درجات ودقائق بينا الداخلة يمكن أن تدور حول مركزها ومثبت فيها مؤشر وتقام هذه الآلة بحيث تكون عمودية على الأفق وينطبق مستواها على مستوى الزوال meridian
 (١٧) ب ، د : فأما .

قائمة (١) فبالشاقول وأما إقامتهما (٢) في سطح نصف النهار فباستخراج خط نصف النهار واستخراجه بأن نسوى (٣) مكانا (٤) من الأرض غاية (٥) الاستواء حتى لو صب فيها ماء لم يمل إلى جهة وينصب فيه (٦) عمود مستقيم من نحاس أو خشب أو غيرهما ونجعل (٧) منصب العمود مركزا ويدار عليه دائرة أعظم ما يمكن مما نعرف أن طرف الظل قد يقع في خطها وقوعا مستتبنا (٨) بلا انتشار وقتا (٩) ما من النهار ونرصد (١٠) طرف الظل حتى يقع عليها قبل الزوال وحتى يقع عليها (١١) مرة أخرى عند الفء ونعلم على النقطتين ونقسم القوس بينهما بنصفين ونعلم عليه فمن النقطة (١٢) الوسطى إلى المركز هو (١٣) خط نصف النهار (***) فإذا نصبناها (١٤) هكذا لم نزل نأخذ ارتفاع الشمس بها دائما (١٥) وقت استوائها وهي جنوبية حتى نعرف غاية الانحطاط ونعلم على الجزء الذي وقعت

(١) قائمة ويكون سطحا هاتين في سطح دائرة نصف النهار وأما إقامة سطحها مقاطين لسطح الأفق على زاوية قائمة : غير موجود في سا .

(٢) د : إقامتها .

(٣) ف : [نسوى] : و بن السطرين [يسوى] .

(٤) ف ، سا : مكان .

(٥) سا : في غاية .

(٦) سا : فيها .

(٧) ب : وينصب .

(٨) سا : مستتبنا .

(٩) سا : وقتا .

(١٠) ب ، د : فرصد - وفي ب : فرصد .

(١١) [قبل الزوال وحتى يقع عليها] : في هامش ف .

(١٢) ب ، سا ، د : غير موجود .

(١٣) د : غير موجود .

(***) هنا شرح طريقة نصب الآلة بحيث تستوفي الشروط المطلوبة .

أولا : يمكن نصبها عموديا على الأفق باستخدام الشاقول وهو خيط في آخره ثقل مثل ميزان البناء.

ثانيا : لكي نعين مستوى الزوال أو اتجاه الشمال والجنوب نثبت عصا رأسية على سطح الأرض في منطقة مستوية ونرسم حولها دائرة مركزها نقطة ارتكاز العصا ، ثم نراقب ظل العصا منذ الصباح فتجده يقصر تدريجيا حتى يمس محيط الدائرة ثم نراقب الظل بعد الظهر فتجده يزداد تدريجيا حتى يمس محيط الدائرة . فإذا نصفنا الزاوية بين نقطتي التماس كان هذا هو اتجاه الشمال والجنوب .

(١٤) ف ، سا ، د : نصبنا .

(١٥) ب : من وقت .

عليه الشظية (١) المرئية ثم نفعل (٢) كذلك وهى شمالية حتى نعرف غاية الارتفاع ونعلم على الجزء الذى وقعت عليه الشظية (٣) كما فى الاسطرلاب فالذى بين العلامتين هو ضعف الميل فنصفه غاية (٤) الميل فالخط (٥) الذى بين المركز (٦) وبين المنصف (٧) هو قى سطح معدل النهار « ى » وقد يـمـكن أن يرصد بما دور أسهل من هذا بأن تؤخذ (٨) أنبة مربعة مستقصاة (٩) التربع وقيام الزوايا وتسطيح السطوح المحيطة بها ولتكن مثلاً إحدى صفحتها مربع ا ب ج د ولنجعل ب مركزا ويبعد ا ب (١٠) ربع دائرة (١١) ا ج ونقسمه على تسعين درجة وعلى الدقائق ما أمكن ولننصبها (١٢) على خط نصف النهار بحيث يقطع سطحها (١٣) سطح الأفق على زوايا (١٤) قائمة ونجعل زاوية ب إلى الجنوب وقد أقمنا على نقطة ب وتدا (١٥) قائمهما كما قد سوى بأشاقول بحيث يصل ظله إلى قوس ا ج (١٦) وآخر على ج مثله (١٧) ومساويا له حتى إذا وقع الشاقول عليهما جميعا عند النصب وقوعا واحدا عرف استواؤه ويرصد وقوع ظل التود الذى على ب كل يوم على الأجزاء فكلما ازداد الارتفاع وقع أسفل وكلما ازداد (١٨) الانحطاط وقع أعلا فإذا انتهينا إلى الغابتين ارتفاعا وانحطاطا عرفنا ما بين الغابتين ويجب أن نضع خاف القوس على (١٩)

(١) سا : الشظية - وفى د : الشظية .

(٢) ب ، د : غير موجود - وفى سا (ثم نفعل) غير موجود .

(٣) ب : الشظية المرئية - وفى سا : الشظية .

(٤) سا ، د : تمام . (٥) ب والخط .

(٦) ب ، د : المنصف .

(٧) ب ، د : المركز .

(٨) ف : يؤخذ .

(٩) د : مستقصاة .

(١٠) سا ، د : ١ .

(١١) [ربع دائرة] : فى هامش ب - [ربع] : فى هامش ف .

(١٢) سا : ولننصبه - وفى د : ولننصب .

(١٣) ف ، سا ، د : سطحها .

(١٤) ف ، د : غير موجود .

(١٥) سا : وترا .

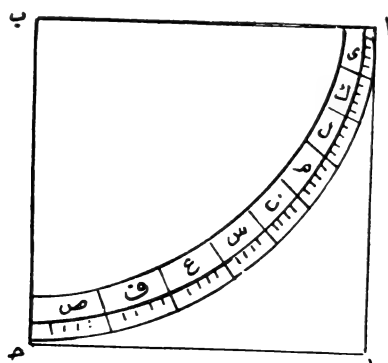
(١٦) د : ب ح .

(١٧) ب : وآخر مثله هل - .

(١٨) سا ، د : تؤاد .

(١٩) سا ، د : إلى .

الشمال شيئا يمنع الظل عن التفشى (*) قال بطليموس (١) : فلما تواترت منا الأرصاد وكان (٢) أكثر اعتمادنا على الاستدلال من نقطة سمت الرأس والبعد عنها فوجدنا قوس ما بين الانقلابين سبعة وأربعين جزءا (٣) وأكثر من ثلثي جزء وأقل من نصف وربع جزء (٤) قريبا مما قال اراطستناس (٥) ووافقه أبرخس إذ جعل نسبة هذه القوس إلى الدائرة أحد عشر جزءا من ثلاثة وثمانين بالتقريب (٦) ويكون نصفها هو الميل كله وهذه الآلة يمكن أن نستخرج عرض البلاد بأن نعرف جزء (٧) معدل النهار ونأخذ بعد سمت الرأس عنه وهو الباقي إلى تمام تسعين (٨)



شكل (٩)

(٥) يمكن استبدال الآلة المذكورة سابقا ببناء حائط مربع Γ - د عمودي على الأفق وفي مستوى الزوال (شكل ٩) بحيث يكون Γ أفقيا ونقطة Γ نحو الجنوب ونرسم على الحائط ربع دائرة Γ - ح مركزها نقطة Γ ونقوم بتدريج ربع الدائرة ثم نثبت في Γ وتدًا أو مؤشرًا Γ يتحرك في مستوى الحائط .

(١) ف ، سا ، د : غير موجود .

(٢) سا ، د : فكان .

(٣) ف ، د : مر جزءا - وفي سا : م ن .

(٤) ضعف غاية الميل ، تقع بين $٧٣^\circ \frac{2}{3}$ وبين $٤٧^\circ \frac{2}{3}$ أي أن غاية الميل تقع بين ٢٣°

وبين $٢٣^\circ ٥٠'$

(٥) ف : إراطشاقس .

(٦) وجد اراطستناس وإبرخس ضعف غاية الميل = $\frac{11}{18}$ من الدائرة = $٤٧,٧^\circ$.

(٧) ف : غير واضح .

(٨) سا ، د : سمين .

وهو في اللبنة ما بين - (١) وجزء (٢) معدل (٣) النهار وهو بعينه ارتفاع القطب (٥٥) وها هنا حيل أخرى (٤) لهذه الأرصاد تذكر في اللواحق بابا، ثم أخذ بضع مقدمات هندسية لتمام عرضه أولها (٥) أنه إذا تقاطع بين خطي أ ب ، أ ج المتصلين على زاوية أ (٦) خطا ب ه ، ج د الاثنان (٧) من طرفيها (٩) المقتربين ثم انتهيا (٩) إليهما عند ه ، د كانت نسبة أ ج إلى أ ه مؤلفة من نسبة ج د إلى د ر (١٠) ، ب ر إلى ب ه . برهان ذلك أن نخرج ه ح موازيا (١١) ل : ج د فنسبة (١٢) أ ج إلى أ ه ك : ج د إلى ه ح ، ولنوسط بينهما ر د ، فيكون (١٣) نسبة (١٤) ج د إلى ه ح (١٥) مؤلفة من نسبة ج د إلى ر د ، من (١٦) ر د إلى ه ح (١٧) فتكون ج د على نسبة من (١٨) ر د ، ر د على نسبة من ه ح وكل شيء فلك أن يجعله واقعا (١٩) بين

(١) [ما بين -] : غير موجود في سا .

(٢) ف : غير واضح .

(٣) [جزء معدل النهار وتأخذ بعد سمت الرأس عنه وهو الباقي إلى تمام تسمين وهو في الالبنة

ما بين - وجزء معدل] : في هامش ف .

(٥٥) يمكن بهذه الآلة معرفة عرض المكان بتعيين نقطة خط الاستواء السماوي أو معدل النهار

على القوس - فيكون بعدها عن نقطة - هو عرض المكان .

(٤) [حيل أخرى] : غير واضح في ف - في د : جبل أخرى .

(٥) د : أولها .

(٦) ف ، سا ، د : غير موجود .

(٧) د : الآتيان .

(٨) سا : طرفيها .

(٩) ف : انتهيا .

(١٠) ر ه : نقطة تقاطع - د ، ب ه .

(١١) [إل - ه مؤلفة من نسبة ج د إلى د ر ، ب ر إلى ب ه . برهان ذلك أن نخرج ه ح

موازيا] : غير موجود في ف ، سا - [ثم انتهيا إليهما عند ه ، د كانت نسبة أ ج إلى أ ه مؤلفة

من نسبة ج د إلى د ر ، ب ر إلى ب ه . برهان ذلك أن نخرج ه ح موازيا] غير موجود .

(١٢) ف : كنسبة .

(١٣) ب ، ف ، سا ، د : لتكون .

(١٤) سا : كنسبة .

(١٥) سا : ه ح .

(١٦) ف ، سا ، د : غير موجود .

(١٧) سا : ه ح .

(١٨) سا : غير موجود .

(١٩) ه : غير موجود .

شيتين بنسبتين هما بعينها تتوسط بينهما وتكون لأحد الشيتين (١) إلى الآخر نسبة معينة مؤلفة من تلك (٢) النسبتين إذا كان المتوسط ذلك (٣) المقدار لا غير فإن بدل صار من نسبتين أخرتين ولما كان أ ج : ا ه مثل ج د : ح ه (٤) فإذا أخذ شيء ما نسبة أ ح إليه كنسبة ح د إلى ر د كان لا محالة نسبة ذلك المقدار إلى أ ه كنسبة (٥) ر د إلى ح ه للأصول التي في اقليدس (٦) فإذا نسبة أ ج إلى ذلك المقدار ونسبة ذلك المقدار (٧) إلى أ ه هي بعينها نسبة ج د إلى د ر ، در إلى ح ه وإما طولنا هذا النقف على تأليف النسبة لكن نبتدأ إلى ح ه نسبة ر ب إلى ب ه فسواء أخذت نسبة ج د إلى ر د ثم ر د إلى ح ه أو ر ب (٨) إلى ب ه فإذا نسبة ج أ إلى أ ه مؤلفة من نسبتين ج د : ر د ، ر ب : ب ه (٩) (*) «يب» وأيضا بالتفصيل نسبة ج ه إلى أ ه مؤلفة من نسبة ج ر : ر د ومن (١٠) نسبة د ب إلى (١١) ب أ فنخرج (١٢) أ ح (١٣) موازيا ل : ه ب ، ج د إذا أخرج لاقى (١٤)

- (١) سا : غير واضح .
 (٢) ف ، سا ، د : بذلك .
 (٣) [ح د إلى ر د كان لا محالة نسبة ذلك المقدار إلى ا ه كنسبة] : في هامش ب .
 (٤) ب : كتاب أوقليدس .
 (٥) [ونسبة ذلك المقدار] : غير موجود في ما .
 (٦) ف : ه ه - وفي سا ، د : ه ه .
 (٧) د : د ، ه ه .
 (٨) نظرية (٧) : إذا تقاطع المتيقنان ا ب ، ا ح في ا ثم رسمنا ه ه ، ح د ليقابلا ا ه في ه ، ا ب في د ويتقاطعا في ر (شكل ١٠) كان .

$$\frac{ا}{ه} = \frac{ح}{د} \times \frac{د}{ر} = \frac{ا}{ر}$$

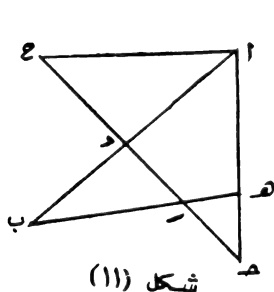
البرهان : نرسم ه ه موازيا ح د ليقطع ا ب في ح .

$$\frac{ا}{ه} = \frac{ح}{ه} = \frac{ح}{د} \times \frac{د}{ر} = \frac{ا}{ر}$$

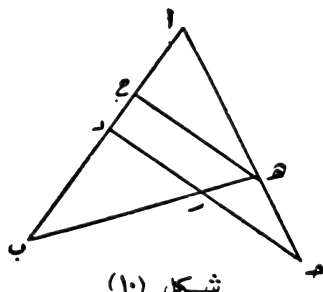
لكن $\frac{ا}{ه} = \frac{ر}{ه}$ $\therefore \frac{ا}{ه} = \frac{ر}{ه} \times \frac{ه}{ر} = \frac{ا}{ر}$ وهو المطلوب

- (١٠) [ا ب ، ر : ب ه وأيضا بالتفصيل نسبة ح ه إلى ه ا مؤلفة من نسبة ح ر : ر د ومن] : غير موجود في ما - وفي د : [من] غير موجود .
 (١١) ف : مشطوب - وفي د : غير موجود .
 (١٢) د : ونخرج .
 (١٣) سا : ا ه .
 (١٤) ب : لاقا .

أح لا محالة لأن زاوية ره ج (١) أعنى ح أج وزاوية (٢) أ ج ح أقل من قائمتين
فليكن تلاقيهما على ح ف: ج ه إلى أ ه مثل ج ر إلى رح، أعنى مؤلفة من ج ر إلى ر د الزيادة
ومن (٣) رد إلى رح (٤) لكن رد (٥) إلى زرح (٦) مثل ب د (٧) إلى ب أ



شكل (١١)



شكل (١٠)

لأن المثلثين متشابهان (٨) لزاويتي التقاطع وزاويتي التبادل (٩) من المتوازيين
مع تركيب الأضلاع فإذن ح ه إلى ه أ مؤلفة كما قلنا (١٠) (٥).

(١) سا : رد ح

(٢) سا : فزاوية .

(٣) سا ، د : و .

(٤) سا : د د ح .

(٥) د : رح .

(٦) سا : د ح .

(٧) د : ب ر .

(٨) ف : مشابهان .

(٩) سا : التقاطع بل - و ف : د : التقابل .

(١٠) [كما قلنا] : غير موجود في د .

(٥) نظرية (٨) : إذا تقاطع المستقيمان أ ب ، أ ح في ا ثم رسمنا ب د ، ح د ليقابل

في ه ، أ ب في د ويتقاطعا في ر (شكل ١١) فإن .

$$\frac{ح د}{د ب} \times \frac{ب ر}{ر د} = \frac{ح ر}{ر د}$$

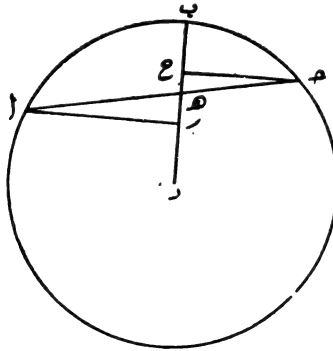
البرهان : نرمم أ ح موازاً ب ه ليقا ا امتداد د في ح .

$$\therefore \frac{ح د}{د ب} \times \frac{ب ر}{ر د} = \frac{ح ر}{ر د} = \frac{ح د}{د ب}$$

فصل

في معرفة الجيوب (١)

دائرة أ ب ج على مركز د ونقط (٢) ج ، ب ، أ على المحيط كيف اتفق (٣) لكن ج ب (٤) ، ب أ كل أصغر من نصف الدائرة فنسبة جيب أ ب (٥) إلى جيب ج ب كنسبة أ ه إلى د ج (٦) فسمى (٧) وتر مجموعهما المقسوم بنصف القطر



شكل (١٢)

المخرج إلى نقطة ب (٨) ويعني بالجيب نصف وتر ضعف القوس ونسبة الجيوب بعضها إلى بعض كنسبة (٩) أضعافها لا محالة وأنخرج جيب (١٠) ج ح ، أ ر

لكن في المثلثين المتشابهين ر د ب ، ح د ب : $\frac{د ب}{د ح} = \frac{د ب}{د ح}$

وهو المطلوب $\therefore \frac{د ب}{د ح} \times \frac{د ح}{د ب} = \frac{د ب}{د ب}$

(١) [فصل في معرفة الجيوب] : غير موجود في ما ، د .

(٢) د : ونقطة .

(٣) ما ، د : اتفقت .

(٤) ما : ح د .

(٥) ما : ح ب .

(٦) ما : أ ه - ج د : ه ح أصغر من نصف الدائرة .

(٧) ما : فيسمى .

(٨) ما ، د : به .

(٩) ما : نسبة .

(١٠) ما : ج ب .

وذلك بأن نخرج عمودين (١) إلى القطر لا محالة فلأن المثلثين متشابهان فنسبة
أ ر إلى ج ح كنسبة أ ه إلى ه د (٢) وهو المراد (**) .

مقدمة يحتاج إليها

١- كل مثلث تعلم زواياه تعلم نسب (٣) أضلاعه وذلك لأن إذا أدرنا عليه دائرة
عرفنا قوس كل زاوية بنسبة (٤) وترها (٥) من محيط تلك الدائرة فإذا كان
إحدى الزوايا قائمة كان وترها نفس (٦) القطر فإذا علمت زاوية أخرى كفاك
أو علمت (٧) ضلعا آخر وعرفت (٨) نسبته إلى وتر القائمة كفاك لأنك تعلم
قوس ذلك الضلع الآخر إذا صير وترًا فتعرف القوس الباقية إلى نصف الدائرة
فتعرف وترها وهو الضلع الثالث وتعرف نسبة الزوايا ومقاديرها معترفك (٩)

(١) سا : عمودى ر .

(٢) د : ه ح .

(**) نظرية (٩) : أ ب ، ب ح قوسان في دائرة مركزها د فإننا وصلنا د ب ، أ ج فتقاطعا
ق ه كان .

$$\frac{\text{جيب قوس أ ب}}{\text{جيب قوس ب ح}} = \frac{\text{أ ب}}{\text{ب ح}}$$

البرهان : نسمك العمودين ح ح ، أ ر من نقطة ح ، أ على د ب (شكل ١٢)

في المثلثين أ ر ه ، ح ح ه : أ ر = ح ح ، أ ه = ح ه ، ر ه = ه ح للتقابل بالرأس

$$\therefore \frac{\text{المثلثان متشابهان}}{\text{وبنتج أن}} \frac{\text{أ ب}}{\text{ب ح}} = \frac{\text{أ ب}}{\text{ب ح}}$$

لكن أ ر ، ح ح هما جيبا القوسين أ ب ، ب ح

$$\therefore \frac{\text{جيب قوس أ ب}}{\text{جيب قوس ب ح}} = \frac{\text{أ ب}}{\text{ب ح}} = \frac{\text{أ ب}}{\text{ب ح}} \text{ وهو المطلوب}$$

(٣) سا : في المماس وغير واضح - وف د : نسبة .

(٤) ب ، سا ، د : ونسبة .

(٥) ف ، سا ، د : وتره .

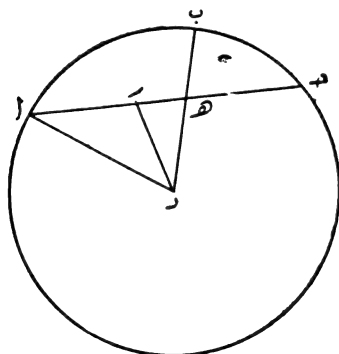
(٦) ب : نصف - وفي هاش ف : نفس .

(٧) د : ولو .

(٨) سا : وعلمت .

(٩) سا ، د : لمعرفك .

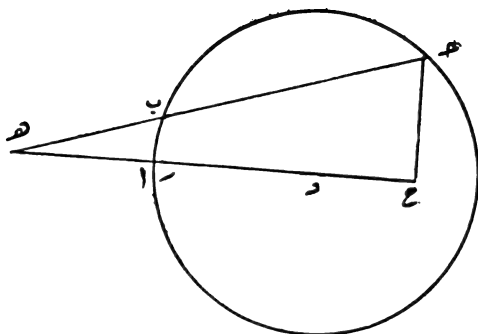
بالقسي الى توترها (١) «يد» فإن كانت قوس ج أ معلومة ونسبة الجيبين معلومة
 ف : ج ب ، ب أ كل (٢) معلوم ولنخرج من مركز د عمود در فلأن (٣)
 أ د (٤) نصف القطر معلوم و : أ ر (٥) نصف (٦) الوتر المعلوم قوسه (٧) معلوم
 ونسبة أ ه : ه ج (٨) معلومة فنسبة جميع الوتر المعلوم إلى ج ه معلومة فيكون
 ج ه ، ه أ معلومين (٩) وتفاوت ه ر معلوما و : در معلوم لأن زاوية رمز
 مثلث أ ر د قائمة و : أ د ، أ ر (١٠) معلومان فالثالث معلوم وكذلك مثلث د ه ر



شكل (١٣).

من ضلع در المعلوم و : ه ر المعلوم (١١) وهو (١٢) التفاوت بين المعلومين ويعلم
 زاوية كل واحد من المثلثين بما علمت فيكون جميع زاوية د معلومة فقوس أ ب معلومة (١٣)

-
- (١) د : يوترها .
 - (٢) سا ، د : غير موجود .
 - (٣) سا : ثلاث .
 - (٤) د : ا ه .
 - (٥) سا ، د : غير موجود .
 - (٦) سا ، د : ونصف .
 - (٧) ب ، ف ، سا ، د : لقوسه .
 - (٨) د : ه ح .
 - (٩) ف ، سا ، د : معلومة .
 - (١٠) سا : [ف : ا د ، د ر] .
 - (١١) [و : ه ر المعلوم] : غير موجود في سا ، د .
 - (١٢) د : و .
 - (١٣) ف ، د : معلوم



شكل (١٤)

تبني قوس (١) ج ب معلومة (٢) «٥» «يه» وأيضا (٣) على د دائرة أ ب ج

(١) د : غير موجود .

(٢) ف ، سا ، د : معلوما .

(٥) مقدمة (١) : $\frac{ج ب}{ج ب}$ قوس معلومة في دائرة مركزها د ، ونعلم أيضا $\frac{ج ب}{ج ب}$ جيب قوس .

فيكون كلا من قوسى ج ب ، ب ا معلوما .

البرهان : نرم من المركز د عمود د ر على ا ب ونصل د ب ليقطع ا ب في هـ (شكل ١٣)

$$\therefore \text{نسبة الجيبين معلومة} \quad \therefore \frac{ج ب}{ج ب} = \frac{ج ب}{ج ب} \text{ نسبة معلومة أو } \frac{ج ب}{ج ب}$$

$$\therefore \frac{ج ب}{ج ب} = \text{نسبة معلومة} .$$

لكن $ج ب$ وتر القوس $ج ب$ معلوم .

$\therefore ج ب$ وبالتالي $ج ب$ معلومان .

لكن $ج ب = ر = \frac{١}{٢}$ معلوم .

$\therefore ج ب = ر = ا ب$ معلوم .

وفي المثلث ا ب د القائم الزاوية : ا ب معلوم ، ا ب د = نق .

\therefore يصبح د ر ، ا ب د و معلومان .

وفي المثلث د هـ ر القائم الزاوية : د ر ، هـ ر معلومان .

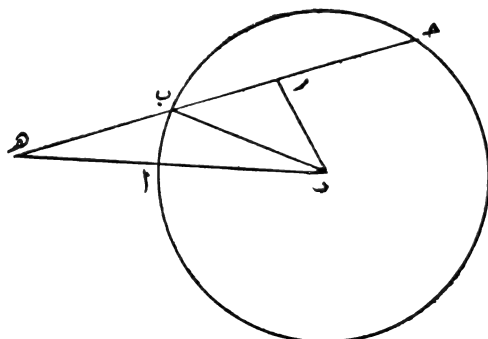
$\therefore هـ ر$ د ر تصبح معلومة .

$\therefore هـ ر$ د ا تصبح معلومة وهى تساوى قوس ا ب .

\therefore يمكن معرفة القوسين ا ب ، ج ب وهو المطلوب .

(٣) د : وأيضا ليكن .

بنقطها (۱) فنضع أن دأ ، ج ب يلتقيان على ه فنسبة جيب ج أ إلى جيب أ ب كنسبة ج ه إلى ب ه وليخرج عمودى ج ح ، ب بر على ح أ (۲) فيكونان متوازيين (۳) وهما جيبا قوسى (۴) أ ج و أ ب ونسبتهما نسبة (۵) ج ه إلى ه ب (۵۵) و يو ، فإن كانت المعطاة قوس ج ب وحدها ونسبة الحيدرين معلومة ف : أ ب معلوم فليخرج ج ب يلاقى دأ على ه ونخرج (۶) على (۷) ج ب عمود در فلأن زاوية بدر الى



تشكيل (۱۵)

- (۱) سا : غیر موجود وبدلا منها [واصل ح ب] - وفی د : [نقطهها واصل ح ب] .
 (۲) ف ، سا ، د : ط ا .
 (۳) سا : متوازیان :
 (۴) سا ، د : قوس .
 (۵) د : کندیة .
 (۶) مقدمة (۲) : ب ح قوس فی دائرة مرکزها د (شکل ۱۴) فإذا التقی امتدادی ح ب د فی نقطة ه .

کان $\frac{\text{جیب قوس } 1^\circ}{\text{جیب قوس } 10^\circ} = \frac{1}{10}$

البرهان . فنزل العمودين $ح$ ، $و$ ر على $ا$ د فكونا جيبي القوسين $ا$ ، $ح$ ، $و$.

ونی مثلث h : h : h یوازی u $\therefore \frac{h}{u} = \frac{h}{u}$

∴ $\frac{\text{جذب قوس ١}}{\text{جذب قوس ٢}} = \frac{\text{جذب قوس ٢}}{\text{جذب قوس ٣}} = \frac{\text{جذب قوس ٣}}{\text{جذب قوس ٤}}$ وهو المطلوب

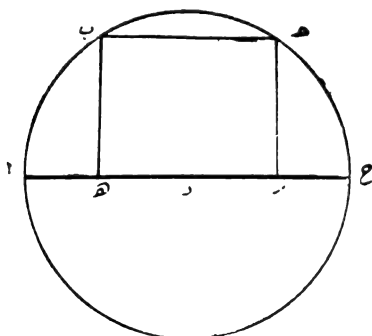
- (۶) [علی و یخرج] : غیر وجود فی سا، د .
(۷) سا، د : وعلی .

بوترها نصف قوس معلوم (١) معلومة والقائمة معلومة وضلع دب معلوم فمثلث دب القائمة الزاوية معلوم الأضلاع والزوايا فلأن نسبة الجيبين أعنى جيب جأ الى جيب ب أ (٢) معلومة بل نسبة ج ه إلى ب ه و : ج ب معلوم تكون نسبة (٣) ج ه إلى ب ه معلومة (٤) فيصير ب ه (٥) معلوما (٦) وهو الزيادة معلومة (٧) فيصير جميع ج ه ، ب ه معلومين فيكون در ، ر ه معلومين ويكون مثلث (٨) ه در وزاوية ه در معلومين : فذهب ب در المعلومة تبقى ه دب (٩) معلومة فيبقى قوس أ ب معلومة «ير» وأما إن كان الالتقاء من الجهة الأخرى فإننا نعلم قوسى ج ح ، ب ح مثل (١٠) ما علمنا في الشكل الأول قوس أ ب (١١)

شکل (۱۶)

- (١) سا : معلومة - وف د : غير موجود .
 (٢) سا : ر ف .
 (٣) ب : ونسبة .
 (٤) [تكون نسبة ح هـ إلى ب هـ معلومة] : غير موجود في د .
 (٥) د : يه .
 (٦) ف : في الهامش - وف ب : غير موجود .
 (٧) ب : معلوما - وف د : غير موجود .
 (٨) [د ر ، ر هـ معلومين ويكون] : غير موجود في سا
 (٩) سا : د ب .
 (١٠) د : مثل .
 (١١) سا : ب ح .
 (١٢) [قوس ع معلومة] : غير موجود في سا .
 (١٣) [لكن جسيم قوس ب هـ معلومة] : غير موجود في ب ، سا ، د .

جميع نصف دائرة ح ج أ (١) معلومة (٢) يبقى ب أ معلوما « يح » ، وأما إن كان موازيا لا يلتقي فليكن ب ه جيب أ ب وهو لا محالة عمود على قطر أ ح (٣) و: جر (٤) جيب (٥) أ ج (٦) وهو أيضا عمود على أ ح تبقى زاويتا (٧) ب ، ج بين المتوازيين قائمتين ويكون سطح ج ه متوازي الأضلاع فيكون ب ه ، جر متساويين لكن جر أيضا جيب ج ح ف: ج ح (٨) ، ب أ متساويان و: جب معلوم فنصف ما يبقى (٩) إلى تمام نصف الدائرة معلوم وهو ب أ (*) فهذه



شكل (١٧)

-
- (١) ف : ح = ا .
 (٢) سا : معلوم .
 (٣) سا : ا = ح .
 (٤) سا : [و : ح] .
 (٥) د : حيث .
 (٦) د : ا ح .
 (٧) د : زاويتي .
 (٨) سا ، د : فخرج .
 (٩) ف : تبقى .
 (٥) مقدسة (٣) : ا ب = قوس في دائرة مركزها د والمعلوم هو قوس ح ه وكذلك

جيب قوس ح ا في هذه الحالة يصبح جيب ا ب معلوما
جيب قوس ب ا

يتضمن البرهان اعتبار ثلاث حالات .
 الحالة الأولى : إذا تلاقى ح ه ، د ا من ناحيتي ه ، ا (شكل ١٥) وانغرض أن نقطة التلاقى هي ه . ننزل العمود د ر من نقطة د على ه ه ونصل د ا .

∴ القوس u - معلوم أى أن \hat{u} \hat{d} معلومة .

$$\hat{u} \hat{d} r = \frac{1}{2} \hat{u} \hat{d} \hat{d} \text{ معاوية .}$$

∴ المثلث القائم الزاوية d u ر يصبح معلوم الزوايا والأضلاع .

أى أننا نعلم d ، d ، u ، $\hat{d} r$.

لكننا نعلم نسبة $\frac{\text{جيب قوس } \hat{d}}{\text{جيب قوس } \hat{u}}$ وهذه تساوى $\frac{\hat{d}}{\hat{u}}$ (مقدمة ٢) .

$$\hat{u} \hat{d} r = \frac{\hat{u} + \hat{u}}{\hat{u}} \text{ أى } \frac{\hat{u} + \hat{u}}{\hat{u}}$$

لكن $\hat{d} r$ وتر القوس \hat{d} u المعلوم ∴ $\hat{u} \hat{d} r$ معلوم .

ومن ذلك يمكن معرفة \hat{u} وبالتالي نعرف $r = \frac{1}{2} \hat{u} \hat{d} r + \hat{u} \hat{d} r$

في المثلث القائم الزاوية d u ر : r u معلوم ، d r معلوم .

∴ نعرف $\hat{d} r$.

$$\hat{u} \hat{d} r = \hat{d} r - \hat{u} \hat{d} r \text{ أصبحت معلومة .}$$

وهذه الزاوية هى قوس \hat{u} وهو المطلوب .

الحالة الثانية : إذا تلاق u ، \hat{u} \hat{d} من ناحيتي \hat{d} ، \hat{d} (شكل ١٦) ولنفرض نقطة التلاق \hat{u} . ننزل العمود d على \hat{u} ونصل \hat{d} .

ونفرض أن امتداد \hat{u} د يقطع المحيط في نقطة \hat{u} .

$$\hat{u} \hat{d} r = \frac{1}{2} \hat{u} \hat{d} \hat{d} \text{ ∴ } \hat{d} r \text{ تصبح معلومة .}$$

∴ المثلث القائم الزاوية d u ر يصبح معلوم الزوايا والأضلاع .

أى أننا نعلم d ، r ، $\hat{d} r$ ، $\hat{d} r$.

$$\frac{\text{جيب قوس } \hat{d}}{\text{جيب قوس } \hat{u}} = \frac{\hat{d}}{\hat{u}} \text{ وهذه تساوى } \frac{\hat{d} + \hat{u}}{\hat{u}}$$

لكن $\hat{d} r$ وتر القوس \hat{d} u معلوم

∴ يمكن معرفة \hat{d} وبالتالي نعرف $r = \hat{d} r - \hat{u} \hat{d} r + \hat{u} \hat{d} r$

في المثلث القائم الزاوية d u ر : r u معلوم ، d r معلوم

$$\hat{u} \hat{d} r = \hat{d} r - \hat{u} \hat{d} r \text{ ∴ } \hat{d} r = \hat{d} r - \hat{u} \hat{d} r \text{ أصبحت معلومة}$$

وهذه الزاوية هى قوس \hat{u}

∴ قوس $\hat{u} = 180^\circ - (\text{قوس } \hat{u} + \text{قوس } \hat{u})$ تصبح معلومة وهو المطلوب

الحالة الثالثة : إذا كان u ، \hat{u} \hat{d} متوازيان (شكل ١٧)

مقدمات معينة على تحقيق (١) الشكل القطاع وهو هذا ، ب ط ، أربع قسوى دون
 أنصاف الدوائر لكنها من أكبر (٢) السوائر التي ترسم على بسيط الكرة وقوسا (٣)
 ج أ ، ب أ يلتقيان على أ ويخرج من ج ، ب قوسان (٤) منها يتقاطعان
 على ر ثم يقطعان القوسين على د ، ه فنقول إن نسبة جيب قوس ج ه إلى جيب قوس
 ه أ مؤلفة من نسبة جيب قوس جر (٥) إلى جيب قوس رد (٦) وهو (٧) نسبة
 جيب قوس د ب إلى (٨) جيب قوس ب أ (٩) ومما يسهل (١٠) تصور هذا الشكل
 أن تعلم أن قطر كل دائرة وكل وتر يقع فيها (١١) يكونان في سطح واحد فلنخرج
 من المركز وهو ح ووجوده سهل لأنه (١٢) مركز كل قوس من هذه خطوط (١٣)
 ه ح ، ح ب ، ح ر (١٤) و : أد الوتر فلا محالة أن أد الوتر و : ب ح
 في سطح واحد فلا يخلو إما أن يقع ب ح موازيا ل : أ د وإما أن يقع غير مواز (١٥)
 فإن وقع غير مواز (١٦) فيلتقى به من إحدى الجهتين فليقع أ د بحيث يلاقى ح ب

فنزل العمودين ح ر ، ه على القطر أ د

∴ ح ب ، د أ متوازيان ∴ ح ر = ه ب

لكن ح ر هو جيب قوس ح ب ، ه ب هو جيب قوس ه ب

∴ قوس ح ب = قوس ه ب

∴ قوس ه ب = $\frac{1}{4}$ (١٨٠ - قوس ه ب) معلوم وهو المطلوب

(١) سا ، د : تقطع

(٢) ف : أكثر

(٣) سا : وقوس

(٤) ف ، سا : قوسين

(٥) ب : ح ر - وقى ف : ح د

(٦) ب : غير واضح

(٧) سا ، د : و

(٨) د : ونسبة

(٩) [نسبة جيب قوس د ب إلى جيب قوس ه ب] : في هامش

(١٠) سا : في الهامش

(١١) د : فيها

(١٢) ه : لأن

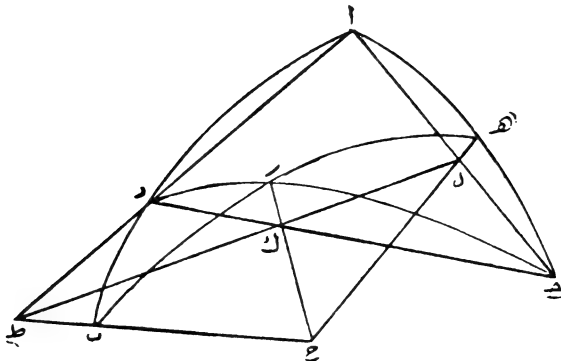
(١٣) د : غير موجود وبدا منه نجد [القوسى هو مركز الكرة]

(١٤) سا : ه ح ، ح ب ، ح ر

(١٥) سا : موازى

(١٦) سا : مواز له

من جهة د على ط ويخرج وتر أ ج فيقاطع لا محالة نصف قطار دائرته وهو د ح (١)
على ل وكذلك وتر ج د يقطع رح على ك ولأن خطوط ح ه ، ح ر ، ح ط تلتقي
كلها قوس ه ر ب فكلها في سطح واحد وكذلك نقط ل ، ك ، ط في سطح (٢)
واحد ومثلت أ ج د أيضا في سطح واحد وهو سطح ضلعيه (٣) الوترين (٤)
المذكورين (٥) وأخرج (٦) أ د على الاستقامة في ذلك السطح ف : ط
أيضا في ذلك السطح فنقط ل ، ك ، ط في سطحين أحدهما سطح قوس ه ر ب
والآخر سطح مثلث أ ج د فيصل (٧) إذن بينها خط مستقيم وهو خط ل ك ط
على ما قبل في كتاب أقليدس فإذا قد وقع بين خطي أ ج (٨) ، أ ط
المتلاقين خطا ج د ، ط ل المتقاطعتان (٩) على ك فنسبة ج ل إلى ل أ مؤلفة من نسبة



شكل (١٨)

(١) بدلا من [نصف قطار دائرته وهو د ح] نجد د : [نصف قطر د ح لدائرته لدائرته]
- وفي ف ، سا [نصف قطر د ح لدائرته] حيث في ف : [د ح] في الهامش .

(٢) ب : غير موجود

(٣) سا : صاحبة - وفي د : ضلعا

(٤) ب : في الهامش - وفي ف : غير موجود

(٥) د : المذكوران .

(٦) سا : [د ح]

(٧) ف ، سا : فنصل .

(٨) ف ، سا : ا ح

(٩) سا ، د : المتقاطعتان .

جك إلى ك د (١) . ط د (٢) إلى ط أ لكن نسبة جل إلى ل أ كنسبة (٣)
 جيب قوس ج ه إلى (٤) جيب قوس (٥) ه أ وكذلك نسبة جك إلى ك د كنسبة
 جيب قوس ج ر إلى جيب قوس ر د ونسبة (٦) ط د إلى ط أ كنسبة (٧) جيب (٨)
 قوس ب د إلى جيب قوس ب أ فإذاً نسبة جيب قوس ج ه (٩) إلى جيب قوس ه أ
 مؤلفة من نسبة جيب قوس ج ر إلى جيب قوس ر د وجيب قوس ب د إلى (١٠) جيب
 قوس ب أ وهذا مثاله (*).

(١) [إل ل د] : غير موجود في سا

(٢) سا : [و : ط]

(٣) في هامش ب : (إذا كانت نسبة ح إلى ي مؤلفة من نسبة ح إلى ط ومن ط إلى ي فإن نسبة

ح إلى ط مؤلفة من نسبة ح إلى ي ومن نسبة ي إلى ط . وكذلك نسبة ط إلى ي مؤلفة من نسبة ط إلى ح
 ومن ح إلى ي وعلى هذا القياس في العكس]

(٤) [جيب قوس ح ه إل] : في هامش ف

(٥) [ح ه إل جيب قوس] : في هامش ب

(٦) [ح إل إل د كنسبة جيب قوس ح ر إل جيب قوس ر د ونسبة] : غير موجود في د

(٧) سا ، د : غير موجود

(٨) سا ، د : كجيب

(٩) د : ح ه

(١٠) [جيب قوس ح ر إل جيب قوس ر د وجيب قوس ب د إل] : غير موجود في د

(٥) نظرية (١٠) : شكل قطاع كرى يتكون من أربعة أقواس عظام على سطح الكرة هي أ ب
 ب ، أ ح والقوس ح د المار بنقطة ح ويقطع أ ب في د ، والقوس ر ه المار بنقطة ب ويقطع
 أ ب في ه حيث نقطة ر هي تقاطع ح د ، ب ر ه

$$\frac{\text{جيب قوس ح ه}}{\text{جيب قوس ه أ}} = \frac{\text{جيب قوس ح ر}}{\text{جيب قوس ر د}} \times \frac{\text{جيب قوس د ب}}{\text{جيب قوس ب أ}}$$

البرهان : نفرض أن ح مركز الكرة ونصل ح ه ، ح د ، ح ر والوتر أ ب

*: ح ه هو نصف قطر الدائرة الواصلة إلى نقطة ه من القوس أ ب

*: ح ه والوتر أ ب في مستوى واحد

وبالمثل ح ر ، ح د وكذلك ب ، أ د في مستوى واحد

نفرض نقطة تقاطع ح ه ، أ ج هي ل وتقاطع ح ر ، ح د هي إل

أما ب ، أ د . فهناك ثلاث حالات لهما . فهما إما أن يتوازيا أو يتقاطعا من جهة د ، ب أو يتقاطعا
 من جهة أ ، ح

الحالة الأولى : إذا تلاقي ح ه ، أ د من جهتي د ، ب في نقطة ط (شكل ١٨)

*: المستقيمت ح ه ، ح ر ، ح ط تلتقي في نقطة ح وتقع كلها في مستوى القوس ه ر ب

*: النقط ل ، إل ، ط تقع كلها في مستوى واحد هو مستوى القوس ه ر ب

ومن ناحية أخرى نقطة ط تقع على المستقيم أ د أي تقع في سطح المثلث أ د ب

وكـ، وإما ان يقع (١) بحيث (٢) يلاقيه من جهة أ وليس هذا في الكتاب
فلتقدم له مقدمة فنقول (٣) إنه إذا كانت نسبة أ الأول إلى ب الثاني مؤلفة
من نسبة جـ الثالث إلى د الرابع ومن هـ الخامس إلى ر السادس فإن نسبة جـ (٤)
الثالث إلى د (٥) الرابع مؤلفة من نسبة أ الأول إلى ب الثاني ومن نسبة ر السادس
إلى هـ الخامس برهانه أن (٦) نأخذ ل : جـ ، د ، هـ ، ر (٧) حامدا ثلاثة مشتركة
وهي ح ، ط ، ي فنسبة ح (٨) : ي هي (٩) بعينها نسبة أ : ب (١٠) ولنجعل ي
واسطة بين ح ، ط فنكون (١١) نسبة ح إلى ط وهي نسبة جـ إلى د وهما الثالث

وكذلك نقطة ل الواقعة على المستقيم ح د أي تقع في سطح نفس المثلث

والنقطة ل واقعة على المستقيم ح د فهي إذن تقع في سطح المثلث

أي أن النقط ل ، ل ، ط تقع كلها في مستوى المثلث ح د

ونكتبها تقع في مستوى آخر هو مستوى القوس هـ ر

∴ النقط الثلاث تقع على مستقيم واحد هو تقاطع المستويين

∴ المستقيمان ح د ، ط ل تقع كلها في مستوى واحد وقد يتقاطع ح د ، ط ل

في نقطة ل

$$\therefore \frac{ل}{ل} = \frac{ل}{د} \times \frac{ط}{ل} \quad (\text{نظرية ٨})$$

$$\text{لكن } \frac{ل}{ل} = \frac{\text{جيب قوس ح د}}{\text{جيب قوس هـ ر}} ، \frac{ل}{د} = \frac{\text{جيب قوس ح د}}{\text{جيب قوس ر د}}$$

$$\frac{ط}{ل} = \frac{\text{جيب قوس ح د}}{\text{جيب قوس ح د}} ، \text{ ومن ذلك ينتج المطلوب}$$

(١) سا ، د : وقع

(٢) سا : من حيث

(٣) سا ، د : ونقول

(٤) سا : ح

(٥) سا : د

(٦) ف ، د : أنا

(٧) سا : ح ، د ، هـ ر

(٨) سا : [ح : ي]

(٩) ف : غير موجود

(١٠) سا : [ل : ر]

(١١) ف : فتكون

والرابع مؤلفة من نسبة ح إلى ي أعنى أ إلى ب (١) الأول والثاني و : ي (٢) إلى ط
أعنى السادس والخامس (٣) وذلك ما أردنا أن نبين (٤) (**) وكأ، ولنجعل (٥)

$$\begin{array}{cc} | & | \\ \text{ح} & | \\ | & | \\ \text{د} & | \\ | & | \\ \text{ب} & | \end{array}$$

مقدمة شكل (١٩)

دأ (٦) ، ب ح يلتقيان من جهة أ عند ط ونتمم نصفى دائرتى ب د أ ك، ب ر ه ك (٧)
ولا محالة أنهما يلتقيان على القطر دون ط لأن ط أ خارج عن قطعة دائرة ب د أ ولكنه
قد (٨) تبين بالشكل الذى قبل هذا أنه يجب أن يكون نسبة جيب ج ر الأول إلى
جيب رد الثانى مؤلفة من نسبة جيب ج ه الثالث إلى جيب ه أ (٩) الرابع ونسبة

(١) ب : غير موجود

(٢) سا : ونسبة - وف د : ومن نسبة

(٤) ب : تقدم

(٣) سا ، د : إلى الخامس

(**) مقدمة الحالة الثانية من نظرية (١٠) : إذا كان $\frac{1}{\text{ج}} = \frac{\text{ر}}{\text{د}} \times \frac{\text{ه}}{\text{و}}$

يكون $\frac{\text{ر}}{\text{و}} \times \frac{1}{\text{ج}} = \frac{\text{ه}}{\text{د}}$

البرهان : نفرعن ثلاث قيم ج ، ط ، ي (مقدمة شكل ١٩) بحيث يكون

$$\frac{\text{ط}}{\text{ي}} \times \frac{\text{ع}}{\text{ط}} = \frac{\text{ر}}{\text{د}} \times \frac{\text{و}}{\text{ر}}$$

أى أن $\frac{1}{\text{ج}} = \frac{\text{ع}}{\text{ي}}$ ، $\frac{\text{ع}}{\text{ط}} = \frac{\text{ر}}{\text{د}}$ ، $\frac{\text{ط}}{\text{ي}} = \frac{\text{و}}{\text{ر}}$

لكن $\frac{\text{ع}}{\text{ط}} \times \frac{\text{و}}{\text{ي}} = \frac{\text{ر}}{\text{د}}$ ، $\therefore \frac{1}{\text{ج}} \times \frac{\text{و}}{\text{ر}} = \frac{\text{ر}}{\text{د}}$ وهو المطلوب

(٥) ف ، سا ، د : فلنجعل

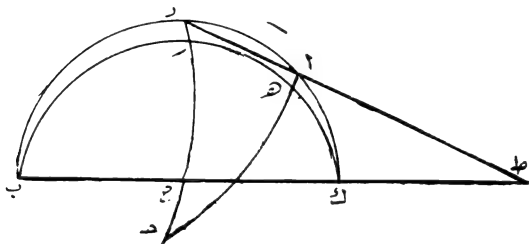
(٦) د : د ه أ

(٧) سا : ب د أ ، ل ج ، ر ه ك

(٨) د : غير موجود

(٩) سا ، ه

جيب ك أ (١) الخامس أعنى جيب أ ب لأن ك أ ب نصف دائرة إلى جيب ك د (٢) السادس أعنى جيب د ب لأن ك د ب (٣) نصف الدائرة فيلزم من ذلك أن تصير نسبة جيب ج هـ الثالث إلى جيب هـ أ الرابع مؤلفة من نسبة



شكل (١٩)

جيب جر الأول إلى (٤) جيب رد الثاني ومن نسبة جيب ب د (٥) السادس إلى جيب ب أ (٦) الخامس وذلك ما أردنا أن نبين (٧) (٥). «كب» وأما

$$(١) د : ل$$

$$(٢) د : هـ ل$$

$$(٣) ف ، سا ، د : د ل ب$$

$$(٤) ب : ف$$

$$(٥) سا . رد$$

$$(٦) سا : ب$$

$$(٧) [أن نبين] : غير موجود في ب$$

(٥) نظرية (١٠) الحالة الثانية إذا التقي د ، ب من ناحية ا ، ع (شكل ١٩)

البرهان : نفرض أن نقطة التلاقى هـ ونكمل نصفى دائرتي د ا ل ، ب ر هـ فنقع نقطة

ل على القطر ب ع ل

بتطبيق نظرية (١٠) على القطاع ح د ل هـ نجد

$$\frac{\text{جيب قوس ح ر}}{\text{جيب قوس د ر}} = \frac{\text{جيب قوس ح هـ}}{\text{جيب قوس هـ ا}} \times \frac{\text{جيب قوس ل ا}}{\text{جيب قوس ل د}}$$

$$\text{لكن ل ا} = ا - ١٨٠ ، ل د = د - ١٨٠ ، ب$$

$$\therefore \frac{\text{جيب قوس ل ا}}{\text{جيب قوس ل د}} = \frac{\text{جيب قوس ا ب}}{\text{جيب قوس ب د}}$$

بالتعويض ينتج أن $\frac{\text{جيب قوس ح ر}}{\text{جيب قوس ا ب}} = \frac{\text{جيب قوس ح ر}}{\text{جيب قوس د ر}} \times \frac{\text{جيب قوس ب د}}{\text{جيب قوس ا ب}}$ وهو المطاوع

إن وقع بحيث يكون موازيا لخط ب ح فلأنا نقدم لبيانہ مقدمة وهي (١) أنه إذا كانت (٢) نسبة أ : ب كنسبة ج : د وكانت نسبة هـ : ر نسبة المثل فإن نسبة أ : ب مؤلفة من نسبة ج : د ونسبة هـ : ر وليكن ح (٣) مثل ب فتكون نسبة أ : ح (٤)،

$$\begin{array}{c} | \quad | \quad | \quad | \\ \text{ب} \quad \text{د} \quad \text{ع} \quad \text{ا} \\ | \quad | \\ \text{هـ} \quad \text{ر} \end{array}$$

شكل (٢٠)

ج : د واحدة ونسبة ح : ب (٥) هي نسبة هـ : ر ولأن نسبة أ : ب مؤلفة من نسبة أ : ح ، ح : ب فهي (٦) مؤلفة من نسبة ج : د ، هـ : ر فبين أن نسبة أ : ب هي مؤلفة من نسبتها ومن نسبة المثل وكل (٧) نسبة فهي مؤلفه من نسبة مثلها مع نسبة المثل (٨) (**). «كح» وإذ قد (٩) تبين هذا فنقول ليكن وتر أ د موازيا ل : ب ح ونتمم نصف دائرة ب أ عند طرف القطر لا محالة وهو ط ونخرج وترى

(١) سا ، د : وهو

(٢) سا ، د : كان

(٣) ف ، سا ، د : -

(٤) سا ، د : [ا : ح]

(٥) ف ، د : [ح : ب] وفي سا : [ح : ر]

(٦) ب : وهي

(٧) د : فكل

(٨) سا : الميل والله أعلم - وفي هـ : الميل

(٩) مقدمة الحالة الثالثة من نظرية (١٠) :

$$\text{إذا كانت } \frac{1}{\text{ب}} = \frac{\text{ا}}{\text{د}} ، \quad \frac{\text{ا}}{\text{ر}} = 1 ، \quad \text{فإن } \frac{1}{\text{ب}} \times \frac{\text{ا}}{\text{د}} = \frac{\text{ا}}{\text{ر}}$$

البرهان : نفرض أن ب = ع (شكل ٢٠)

$$\therefore \frac{1}{\text{ب}} = \frac{\text{ا}}{\text{د}} ، \quad \frac{\text{ا}}{\text{ر}} = 1 = \frac{\text{ع}}{\text{ب}}$$

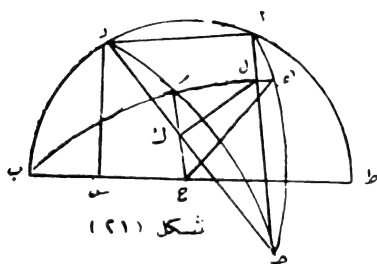
$$\therefore \frac{1}{\text{ب}} = \frac{\text{ا}}{\text{ح}} = \frac{\text{ع}}{\text{ب}} \times \frac{\text{ا}}{\text{د}} = \frac{\text{ا}}{\text{ر}} \text{ وهو المطلوب}$$

(٩) ب ، د : غير موجود

أ ج ، د ج ونخرج من د عمود د س (١) ونطلب المركز وهو ح ونصل (٢) ه ح
 فيقطع (٣) وتر أ ح (٤) على ل و : ح ر (٥) يقطع وتر (٦) د ح على ك ونصل
 ل ك (٧) ولأن قمارب ط وقوس ه رب وخط ح ه (٨) ونقطة ل في سطح واحد
 فيمكن أن نخرج في سطح ه رب ح (٩) من نقطة ل خطا (١٠) موازيا (١١)
 للقطر أعني لخط أ د ولا شك أنه يمكن في سطح أ د ح أن نخرج أيضا
 من نقطة ل خطا (١٢) موازيا (١٣) لخط أ د فأقول إنه خط ل ك وإلا فليكن الموازي
 الخارج (١٤) من ل غيره أما في سطح (١٥) ه رب فخط ل م إن أمكن وأما في سطح
 أ د ح (١٦) فخط ل ن (١٧) إن أمكن فكل واحد من خطي ل م ، ل ن مواز
 لخط د أ فهما متوازيان وقد التقيا عند ل (١٨) فهما متوازيان ملتقيان هذا خلف فليس
 إذن : د أ مواز (١٩) لإلال ك فقد خرج من الساقين في مثلث أ د ج خط مواز (٢٠)
 للقاعدة فنسبة ج ل (٢١) إلى ل ح أ مثل نسبة ج ك إلى ك د (٢٢) فنسبة جيب ج ه

-
- (١) د : س
 (٢) ف ، س ، د : فنصل
 (٣) ف : يقطع
 (٤) ف : أ ح
 (٥) [فيقطع وتر أ ح على ل و : ح ر] : غير موجود في س ، ر
 (٦) س : غير موجود
 (٧) د : ر ل
 (٨) س ، د : ح ه
 (٩) د : ه ر ب ح
 (١٠) س ، د : غير موجود
 (١١) س : موازي - و في د : مواز
 (١٢) س ، د : غير موجود
 (١٣) ف : خط مواز - و في س ، د : مواز
 (١٤) س : غير موجود
 (١٥) د : غير موجود
 (١٦) س : أ د
 (١٧) د : ل ر
 (١٨) ف ، س : ل
 (١٩) س : موازي
 (٢٠) س : موازي
 (٢١) د : ح ل
 (٢٢) س : ل ر

إلى جيب هـ أمثل نسبة جيب جـ إلى جيب ر دفلت نصف إلى هذه النسبة نسبة المثل (١) وهي نسبة جيب بـ د إلى جيب (٢) بـ أ وذلك (٣) لأن أ د مواز (٤) لـ ح ب



و: طأ (٥) مثل بدو: دط (٦) مثل أب (٧) فجيب دط وهو دس وهو جيب بد مثل جيب ب أفنسة جيب بد إلى جيب ب أ هي (٨) نسبة المثل فيؤلفها إلى نسبة جيب جر (٩) إلى جيب رد التي هي مثل نسبة جيب ج ه إلى جيب ه أ فتكون نسبة جيب (١٠) ج ه إلى جيب ه أ (١١) مؤلفة من نسبة جيب جر إلى جيب (١٢) رد ومن نسبة جيب بد إلى جيب ب أ وذلك ما أردنا أن نعين (١٣) (٥) «كد»

- (۱) د : المیل
(۲) د : غیر موجود
(۳) ف : ودن - وفی سا ، د : [و : د]
(۴) سا : موازی
(۵) ف ، سا ، د : [ف : ط ا]
(۶) سا : پده ، د ط
(۷) سا : ف ر
(۸) پ ، سا ، د : هو
(۹) سا : ح ر
(۱۰) سا : غیر موجود
(۱۱) [فتکون نسبة جیب - ه ا ل جیب ه ا] : غیر موجود فی د
(۱۲) ف : فی الماش

(١٣) ب : بعد ذلك توجد في المخطوط مساحة مكتوب فيها تعليق في سطور عمودية على السطور الأصلية للمخطوط وهذا هو نصها [إين سينا في الموضوع الثالث من أوضاع القطاع الكروي من جهة تفصيل النسبة من مواز أو خط لـ ك لكل واحد من غطى ط ب ، ا د أن يعرفته بالخلف لم يسلك في ذلك طريق استعمال القياس الخلفي إذ قياس الخلف مؤلف من نقبض مشكوك في صدقها مع أخرى صادقة وإنتاج الحال عنه فيعلم أن الحال إما أن يثبت من نقبض المشكوك فيها لا من الصادقة فيلزم صدق المشكوك فيها وهو قبل ثم إلى نقبض القضية المشكوك في صدقها وهو كون خط لـ ك غير مواز لكل واحد من

ونقول أيضا إنه قد تبين أن نسبة المركب من المفضل (١) والمفضل (٢) من المركب مثل أن نسبة جيب ج د إلى جيب هـ أ مؤلفة من نسبة جيب ج د إلى جيب رد (٣)

اد ، طاب قضية كاذبة وهي قوله يمكن أن يخرج في سطح هـ رب ح من نقطة ل خطأ موازيا لخط طاب ولا شك أنه يمكن في سطح ادع أن يخرج من نقطة ل خطأ موازيا لخط اد وهذا غير ممكن ومحال لأن خط ا د فرض موازيا لخط طاب فباخراجتنا من نقطة ل خطأ موازيا لأحدها يلزم أن يوازي الآخر لأن الخطوط الموازية لخط واحد ولهمت جميعا في سطح واحد وهي متوازية كما في شكل ط من مقالة يا من كتاب الأصول فإن رمنا أن نخرج من تلك النقطة خطا ثانيا موازيا لأحدها كان فقد أخرجنا من نقطة واحدة خطين يوازيان خطأ وهذا غير ممكن ومحال وهو أنتج المحال من استعماله غير المحال وتسلمه مالا يمكن في الأصول الهندسية والبرهان على ذلك أنه إن لم يكن ل ك موازيا لـ : طاب وهو ممه في سطح واحد فهو يلقيه و : طاب موازيا لـ : اد ف : ل ك غير موازيا لـ : د وهو ممه أيضا في سطح واحد فهو يلقيه أيضا وإذا لقي ل ك خطي طاب ، هـ المتوازيين كان ممهما في سطحهما كما تبين في شكل د من مقالة يا من الأصول وليس هو ممهما في سطحهما فإذا ن هذا خلف وليس ل ك غير موازيا لـ : طاب ف : ل ك إذن موازيا لـ : طاب ف : طاب موازيا لـ : ا د ف : ل ك موازيا لكل واحد من خطي طاب ، اد كما تبين في شكل ط من مقالة يامن الأصول

(٥) نظرية (١٠) الحالة الثالثة إذا توازي ا د ، ب ح .

البرهان : تنم نصف الدائرة ب د ا ط (شكل ٢١) فيكون ب ط هو القطر ونصل الوترين ا ب ، د ح ومن نقطة د نسط العمود د س على القطر ونصل ح هـ فيقطع ا ح في ل ونصل ح ر فيقطع د ج في ل ثم نصل ل ل

السطح ب ح هـ يحتوي على نقطة ل وعلى القطر ب ط إذن يمكننا أن نرسم في هذا السطح من نقطة ل خطأ موازيا للقطر أى موازيا للخط ا د

ومن ناحية أخرى حيث أن ا د يقع في المستوى هـ ل د ونقطة ل تقع على الخط ا ح أى في نفس المستوى إذن يمكن رسم خط من نقطة ل في هذا المستوى موازيا لخط ا د

فالخطان المرسمان من ل ينطبقان وهما خط ل ل

في المثلث ا د ح : ل ل يوازي ا د

$$\therefore \frac{ل د}{ل ا} = \frac{ل ح}{ل ب} \quad \cdot \quad \frac{\text{جيب قوس ح د}}{\text{جيب قوس ح ا}} = \frac{\text{جيب قوس ح د}}{\text{جيب قوس ح ا}}$$

لكن ا د يوازي ب ح : العمدان الساقطان عليه من ا ، د متساويان

لكن العمود للساقط عليه من نقطة ا هو جيب قوس ا ب والعمود الساقط عليه من نقطة د هو

جيب قوس د ب

$$\therefore \frac{\text{جيب قوس ب د}}{\text{جيب قوس ا ب}} = ١$$

$$\therefore \frac{\text{جيب قوس ح د}}{\text{جيب قوس ح ا}} = \frac{\text{جيب قوس ج د}}{\text{جيب قوس د ا}} \times \frac{\text{جيب قوس ا ب}}{\text{جيب قوس ا ب}} \quad \text{وهو المطلوب}$$

(١) ف ، سا ، د : المفصلة

(٢) ف ، سا ، د : والمفصلة

(٣) ف : ر -

ميل درجة درجة وهو نسبة القوس التي تفرزها (١) الدرجة ومعدل النهار من الدائرة المارة بقطبي (٢) معدل النهار والدرجة فلتكن الدائرة المارة بالأقطاب الأربعة دائرة أب ج د ، أ ه ج (٣) نصف دائرة معدل النهار و : د ه ب (٤) نصف دائرة البروج و : ه النقطة الربيعية فتكون ب (٥) الشتوية (٦) و : د (٧) الصيفية وليكن ه ج جزءاً أو أجزاء معلومة مثلاً برجاً واحداً ثلاثين جزءاً و : ر قطب معدل النهار ونجيز قوس ر ح ط فيكون ح ط ميل (٨) ح ه (٩) فلتعرف قدره فلأن قوسى أب ر ، أ ط ه وقع بينهما قوساً ر ح ط ، ه ج ب (١٠) متقاطعتان (١١) على ح (١٢) فنسبة جيب ر أ (١٣) إلى جيب ب أ مؤلفة من نسبة جيب ر ط (١٤) إلى جيب ط ح (١٥) وجيب ه ج (١٦) إلى جيب ب ه (١٧) ولكن جيب أ ر (١٨) الربيع (١٩) الأول معلوم وهو جيب تسعين وجيب ب أ معلوم وهو جيب الميل كله وإنما يمكنك أن تعلم الجيب لأنك علمت (٢٠) الأوتار فإذا (٢١) أخذت

(١) ف : تقررها - وى سا : بقرجا

(٢) سا : نقطى

(٣) سا : [و : ا ه]

(٤) سا : [و : دب]

(٥) ب : غير موجود

(٦) ب : الشتوية د

(٧) ب : ب

(٨) ف ، سا : مثل

(٩) ف ، سا ، د : ه

(١٠) سا : ه ج ر

(١١) ب ، سا ، د : متقاطعتين .

(١٢) د : ه

(١٣) سا ، د : ر ب

(١٤) سا : ب ط

(١٥) د : ه ط

(١٦) ه : ه ط

(١٧) سا ، د : ه ر

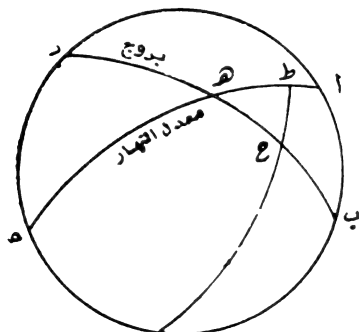
(١٨) سا ، د : ر ب

(١٩) د : غير موجود

(٢٠) ب ، سا ، د : قد علمت

(٢١) سا : وإذا .

أى القوسين شئت وما جرى (١) مجراه وضعفته وأخذت وتر ضحفه إما بالأصول
التي عرفتها وإما من الجدول ثم نصفته كان جيب القوس (٢) فإذا ألقينا (٣)
من نسبتها نسبة جيب ه ح إلى جيب (٤) ه ب المعلومين (٥) وهو نسبة جيب
ثلاثين جزءا (٦) إلى جيب ربع الدائرة وذلك معلوم يبقى الباقي نسبة جيب رط إلى

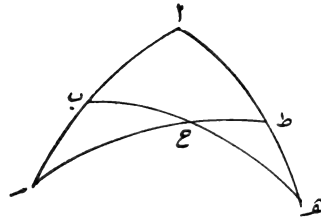


شكل (٢٣)

جيب ط ح لكن نسبة الباقي معلومة لأن بكل نسبة معلومة تطرح (٧) من (٨)
نسبة معلومة فإن الباقي (٩) يبقى نسبة معلومة (١٠) وجيب رط معلوم (١١) فجيب

-
- (١) ما : وما يجرى
(٢) [وإنما يمكنك أن تعلم الجيب لأنك (قد) علمت الأوتار فإذا أخذت أى القوسين شئت
وما جرى مجراه وضعفته وأخذت وتر ضحفه إما بالأصول التي عرفتها وإما من الجدول ثم نصفته كان
جيب القوس] : فى هامش ب ، ف
(٣) [فإذا ألقينا] : غير موجود فى ما ، د
(٤) ما ، د : غير موجود
(٥) ب : المعلومين
(٦) ف : جزء
(٧) ف ، ما ، د : تنقص
(٨) ف ، ما ، د : هنا
(٩) ف : الباقى
(١٠) (تطرح من نسبة معلومة فإن الباقي يبقى نسبة معلومة) : فى هامش ب - وفى هامش ف :
[تنقص هنا نسبة معلومة فإن الباقي يبقى نسبة معلومة]
(١١) ما ، د : معلومة

ط ح معلوم (١) ف : ط ح (٢) معلوم (٣) والوجه السهل في إلقاء (٤) النسبة من النسبة أن يطلب لأكثر (٥) عددي النسبة أو أقلهما ما تكون نسبته إليه (٦) كإحدى



شكل (٢٤)

النسبتين اللتين منهما ألفت (٦) فتجد إذن (٧) عددا ثالثا ثم ننظر ما نسبة ذلك العدد الثالث إلى العدد الثاني (٨) من العددين الأولين الذي لم يزد (٩) عليه ولم

(١) سا : معاومة

(٢) سا : [و : ط ح]

(٣) Declination of Ecliptic Points : استخراج ميل درجات البروج

ففرض Γ - معدل النهار Equator (شكل ٢٣) ، د هو دائرة البروج Ecliptic

فإذ كانت ح نقطة على دائرة البروج فالمطلوب تعيين مقدار ميلها عن معدل النهار

الطريقة : نفرض أن ر قطب معدل النهار ونصل القوس ر ح ليقابل معدل النهار في نقطة ط

فيكون ط ح هو الميل المطلوب

الأقواس الأربعة المظلمة Γ ، ر ، د ، ح تكون شكلا قطاعا كرويا (شكل ٢٤)

$$\therefore \frac{\text{ح ا ر}}{\text{ح ا د}} = \frac{\text{ح ا ر ط}}{\text{ح ا ط ح}} \times \frac{\text{ح ا ه ح}}{\text{ح ا ه د}} \quad (\text{نظرية ١١})$$

لكن ر Γ - 90° ، ب Γ - الميل كله = الزاوية بين معدل النهار والبروج Obliquity

of Ecliptic هو ح - طول الدرجة في Longitude ، ب د - 90° ، ر ط - 90°

\therefore يمكن معرفة ط ح وهو المطلوب

(٣) سا ، د : طرح

(٤) سا ، د : لأكثر

(٥) ف : مشطوب - وفي سا ، د : غير موجود

(٦) سا : اللفت

(٧) سا ، د : فيحددان

(٨) سا : القائل

(٩) سا : تزد

ينقص (١) منه ولا نسبت (٢) إليه بل إلى (٣) الآخر فما كانت نسبتها فنسبة المجهولين نسبة (٤) ذلك . وقد خرج لنا ح ط بهذا الطالب (يام) (٥) وخرج (٦) لبرجين (٧) (ك ل ط) (٨) وقد حسب بطليموس على هذا الأصل الدرجة درجة ثم رسم جداول وأثبت فيها ميل درجة درجة (٩) واحدة (١٠) في (١١) صفين طولاً يبين (١٢) كل واحد منها مقسوم في الطول (مه) (١٣) قسمة ليستفرق ربع الدائرة وأضاف إلى كل صف في العرض أربعة صفوف صف (١٤) فيه عدد الأجزاء وصف فيه ما يخصها من الدرج وصف من الدقائق وصف من الثواني فكان ذلك لوحان (١٥)

فصل (١٦)

في المطالع حيث الكرة منتصبة

فاما (١٧) فرغ بطليموس (١٨) من أمر (١٩) أجزاء (٢٠) الميل انتقل إلى

(١) سا : تزد (٢) سا : نسب

(٣) سا بين السطرين

(٤) ف : مشطوبة - وفي سا ، د : غير موجودة

(٥) يام = ٤٠ ١١ وهو ميل ح إذا كان طولها ٣٠ أى كان ه ح (شكل ٢٣)

يمثل برجا كالا

(٦) د خرج له (٧) ف : لإبرخس

(٨) ل ل ط = ٣٩ ٢٠ وهو ميل نقطة ج إذا كان طولها ٦٠ أى إذا كان طولها يمثل

برجين كاملين - وفي سا ، د : ل ل ط

(٩) (ثم رسم جداول وأثبت فيها ميل درجة) : غير موجود في سا ، د

(١٠) ب ، د : غير موجود

(١١) د : على

(١٢) ف : بين

(١٣) مه = ٤٥ - وفي سا ، د : مرة

(١٤) سا ، د : غير موجود

(١٥) ب : غير اضح - وفي ف : أوجين - وفي سا : لوحين

(١٦) سا ، د : غير موجود

(١٧) ب : ولنا

(١٨) سا ، د : غير موجود

(١٩) سا ، د : أخذ

(٢٠) د حتى

تعرف المطالع في الكرة المنتصبة والكرة إنما تكون منتصبة حيث (١) يكون قطباها على الأفق ومنطقها على سمت الرأس (٢) لا يميل (٣) وإنما تكون كرة (٤) الحركة الأولى منتصبة على خط الاستواء من الأرض حيث يكون قطبا معادل النهار على أفقه والمطالع هي أجزاء من معدل النهار (٥) تطلع مع أجزاء البروج وحيث الكرة منتصبة فلن درج مطالع البروج (٦) ودرج جواز (٧) دائرة نصف النهار متساوية لا اختلاف فيها لأن الحركة على قطبي المعدل فحيث (٨) القطبان على الأفق فسمت الرأس حيث تقاطع معدل النهار ودائرة (٩) نصف النهار وأما حيث الكرة مائلة فيختلف ذلك لأن الحركة ليست على قطبي سمت الرأس ولما كانت حركة الكل على قطبي معدل النهار فحركات أجزائه في الأزمنة سواء سواء فيجب أن يكون التقدير لسائر الحركات بأزمانها ولما جعلت النورة الواحدة منه يوما بليته فإذا علمت الدرج (١٠) التي تطلع وتغرب من المعدل مع (١١) المائل (١٢) عرفت (١٣) أن كل جزء وكل أجزاء من البروج في كم زمان تطلع إذ الزمان مقدر باليوم واللييلة وبأجزائها فليكن الآن الشكل المرسوم يميل (١٤) على هيئته فمن البين أن الذي يجب أن يؤخذ من (١٥) أجزاء معدل النهار مع (١٦) أجزاء المائل (١٧) ما لو توهمت الأجزاء التي يجوزها قطع الأفق للبروج أو (١٨) قطع دائرة تخرج في هذا الأقليم من قطب المعدل

(١) سا : غير موجود (٢) ب الرأس

(٣) سا : لا يميل

(٤) سا : غير موجود

(٥) (هل أفقه والمطالع هي أجزاء من معدل النهار) في هاءش ب ، ف

(٦) ب ، ف ، د : الطلوع

(٧) سا : حوار

(٨) سا ، د : بحيث

(٩) ف ، د : دائرة

(١٠) د الدرجة

(١١) سا من

(١٢) ف ، د الميل

(١٣) ب ، د : عرف

(١٤) ف ، د : الميل - وفي سا : الميل

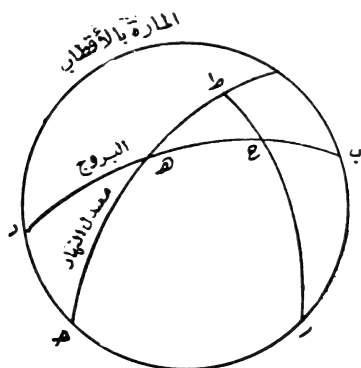
(١٥) سا في

(١٦) د : ومع

(١٧) ف ، سا ، د : الميل

(١٨) سا ، د : و

وتنمر بالمدرجة الطالعة إلى معدل النهار فيكون (١) ما بينهما هو المطالع (٢) كأنك لو توهمت حركة كرة (٣) معدل النهار ساكنة وتحرك عليها دائرة الأفق إلى أن تصير نصف (٤) النهار وتصبح دائرة الأفق ثانيا (٥) أقررت في اتصال حركتها ما بين موضعها من المشرق وموضعها من المغرب (٦) طالعا ذلك القدر وهذا (٧) الذي توهته متحركا (٨) هو القوس الخارج (٩) من قطب معدل النهار إلى الدرجة لا محالة ثم إلى المعدل (١٠) فإنه هو الذي يكون إذا تحرك خط نصف النهار وسائر الخطوط التي ترسم بهذه الحركة الموهومة كلها واحدة بالقوة في خط الاستواء ومختلفة بالإضافة فيجب (١١) إذن (١٢) أن يكون مطلوبنا في هذا الشكل هو خط ه ط فلأن (١٣)



تشكل (٢٥)

نسبة جيب ر ب إلى جيب ب أ مؤلفة من نسبة جيب (١٤) ر ح إلى جيب ح ط

- | | |
|---|---------------------|
| (١) ب في الهاشم | (٢) سا ، د : الطالع |
| (٣) ف : مشطوبة ومكتوبة بين السطرين قبل كلمة [حركة] - وفي د : [كرة حركة] | |
| بدلا من [حركة كرة] | |
| (٤) سا ، د : دائرة نصف | (٥) ب ، ف غير واضح |
| (٦) [من المغرب] : غير موجود في ب ، سا ، د | |
| (٧) سا : وهو | (٨) د محركا |
| (٩) ف الخارجة | |
| (١٠) د : معدل - وفي ب : معدل النهار | |
| (١١) سا ويجب | |
| (١٢) سا أيضا | |
| (١٣) ب ولأن | |
| (١٤) ف في الهاشم | |

المعلومين لأن ح ط كان علم ، ر ط ربع ف : رح معلوم فجيبها معلومان ومن نسبة جيب ه ط المجهول إلى جيب ه أ وهو معلوم فجيب ه ط معلوم (*) وقد خرج بالحساب (كرون) (١) والبرجين (٢) (نرمد) (٣) وبقى (٤) باقى الربع للبرج (٥) الثالث وهو (لب يو) (٦) وقد رسم فى الجدول لعشر أجزاء عشرة أجزاء (٧) على الترتيب من الحمل .

ونمت المقالة الأولى من المحسطنى والحمد لله حمد الشاكرين (٨) .

(٥) تعيين مطالع البروج Right ascension of ecliptic points

نفرض ه ح معدل النهار ، د ه ب دائرة البروج (شكل ٢٥) فإذا كانت نقطة ح إحدى نقط البروج فالمطلوب تعيين مطالعها
الطريقة : نفرض ر قطب معدل النهار ونصل القوس ر ح ليلاق معدل النهار فى نقطة ط فيكون ه ط هو المطالع المطلوب إيجاد
فى الشكل القطاع الكرى ه ر ح ه :

$$\frac{\text{ح ر ب}}{\text{ح ا ب}} = \frac{\text{ح ا ر}}{\text{ح ا ط}} \times \frac{\text{ح ا ه}}{\text{ح ا و}} \quad (\text{نظرية ١٠})$$

لكن ر ب = ٩٠ - الميل كله ، ب ا = الميل كله ، ر ح = ٩٠ - ميل النقطة ح ،
ح ط = ميل النقطة ح وقد عرفناه بما سبق ، ه ا = ٩٠ .
يمكن تعيين ه ط وهو المطلوب
(١) كرون = ٥٠° ٢٧' وهو مطلع برج واحد - وفى د : كطن - وفى سا : ل ط ر -
وفى ف : ك ر ب وفى الهاش ل ط ر
(٢) ف ، سا ، د : ولبرجين
(٣) نرمد = ٤٤° ٥٧' وهو مطلع برجين - وفى ف : يرمد - وفى سا : طه يرمد -
وفى د : ط نرمد
(٤) د : وبيق
(٥) سا : للبروج
(٦) لب يو = ١٦° ٣٢' وهو ما بقى للبرج الثالث لأن مطلع برجين ٤٤° ٥٧' ومطلع ثلاث بروج هو ٩٠° والفرق بينهما ١٦° ٣٢'
(٧) [عشرة أجزاء] : غير موجود فى د
(٨) [ونمت المقالة الأولى من المحسطنى والحمد لله حمد الشاكرين] : غير موجود فى ب -
وفى سا [نمت المقالة الأولى من المحسطنى ولواهب العقل الحمد بلا نهاية سبحانه] - وفى د : [نمت
المقالة الأولى من المحسطنى والحمد لله رب العالمين]

المقالة الثانية

في جملة وضع المسكون من الأرض
وذكر أغراض المقالة

المقالة الثانية (١)

في جملة وضع المسكون من الأرض وذكر

أغراض (٢) المقالة (٣)

قال (٤) إن الأرض تنقسم بخط الاستواء بموازاة معدل النهار وخط من الخطوط المارة بقطبي (٥) معدل النهار أرباعاً ربعان جنوبيان وربعان شماليان فالمسكون هو الربع (٦) الشمالي (٧) بالتقريب والمسافة الآخذة (٨) من خط الاستواء إلى القطب تسمى عرضاً والتي تأخذ من المشرق إلى المغرب تسمى طولاً والعلة التي حكمنا بها أن المعمورة هو (٩) الربع الشمالي أما من جهة العرض فلأننا لم نجد شيئاً من المساكن تقع (١٠) أطلال مقاييسه إلى الجنوب عند الاستوائين في أنصاف النهار وأقول عسى أن يكون هو أو غيره وجد ذلك بعد هذا الوقت الذي لم تجده فيه وأما من جهة الطول فلأننا لم نجد الكسوفات القمرية (١١) تتقدم وتتأخر في جميع المعمورة بأكثر من اثني عشرة (١٢) ساعة فهذا هو النظر الكلي وأما النظر الجزئي فهو في مسكن مسكن (١٣) بحسب عرضه ووقوعه تحت دائرة ما من الموازية لمعدل النهار معلومة (١٤) بارتفاع

(١) سا : المقالة الثانية من كتاب المجسطي - وفي د : [المقالة الثانية] غير موجود

(٢) ف : أعراض

(٣) [في جملة وضع المسكون من الأرض وذكر أغراض المقالة] : غير موجود في سا : د

(٤) د : فقال

(٥) سا : نقطتي

(٦) ب ، سا ، د : ربع

(٧) سا ، د : شمالي

(٨) د : الآخرة

(٩) [المعمورة هو] : في هامش سا

(١٠) سا : تقطع

(١١) سا ، د : للقمر

(١٢) ب ، سا : اثني عشر

(١٣) د : غير موجود

(١٤) د : معلوم .

القطب واستخراج ارتفاع القطب برصد غاية ارتفاع كوكب من الظاهرة أبدا
وغاية انحطاطه وتنصف الفضل (١) بينها وزيادة النصف على غاية الانحطاط
أو نقصانه من غاية الارتفاع (٢) أو باستخراج جزء معدل النهار في الآلة المذكورة
ومعرفة ما بينه وبين تسعين (٣) فهو (٤) ميل (٥) ارتفاع القطب وإذا (٦)
علم ذلك وأوضحه طلب أمورا خمسة أحوال مسامطة الشمس الرأس مرة أو مرتين
أو لمسامطته (٧) البتة وأحوال نسب (٨) الأطلال إلى المقاييس في أنصاف نهار
الانقلابين (٩) والاستوائين وأحوال نسب (١٠) الأيام القصار إلى المعتدلة (١١) وأنواع تفاوتها
ثم (١٢) معرفة المطالع ثم لوازم الزاوية الواقعة بين (١٣) القسي من اللوائر العظام
ونسبتها فابتدأ ووضع أصلا نتعرف (١٤) به من الميل (١٥) ومن (١٦) مقدار أطول
ما يكون النهار في الأقاليم المائلة عن خط الاستواء فإن خط الاستواء لا يختلف فيه
الأيام والليالي بل يتساوى الليل والنهار فيه أبدا .

فصل

في معرفة سعة المشرق (١٧)

مقادير القسي الواقعة في دائرة الأفق بين المعدل وبين مشارق الأجزاء وتسمى (١٨)

-
- (١) سا : الليل
(٢) [وزيادة النصف على غاية الانحطاط أو نقصانه من غاية الارتفاع] : غير موجود
في سا ، د
(٣) د : تسعين
(٤) سا : غير موجود
(٥) ف : مثل
(٦) د : وإذا
(٧) ب : لمسامطتها .
(٨) سا ، د : المنقلين .
(٩) د : نسيب .
(١٠) ف ، سا ، د : المعتدل .
(١١) د : غير موجود .
(١٢) سا : في .
(١٣) سا : يتعرف .
(١٤) [من الميل] : غير موجود في سا ، د .
(١٥) سا ، د : من .
(١٦) [في معرفة سعة المشرق] : في هامش ف - وفي سا ، د : [فصل في معرفة سعة المشرق]
غير موجود .
(١٧) ف : ويحيى .

قسمى سعة المشرق^(١) (٥)، ثم^(٢) رسم (٣) شكلا على أنه بجزيرة^(٤) رودس حيث ارتفاع القطب (لو) (٥) وأطول النهار (يد) (٦) ساعة ونصف وجعل أبجد دائرة نصف النهار ونصف الأفق ب ه د (٧) ونصف معدل النهار أ ه ج والقطب الجنوبي ر، ح المنقلب الشتوى ربع ط ح ر المخرج من قطب ر والفرض معرفة^(٨) ه ح وهو سعة المشرق ولأن للور على قطب ر الذى هو معدل النهار ف: ط، ح يصيران على دائرة أ ب التى هى (٩) لنصف النهار فى زمان يحده ط أ من معدل النهار لا محالة وإذا ابتدأت من وسط السماء تحت الأرض فوافت درجة (١٠) المشرق حد زمانها قوس مساوية ل: ط ح لا محالة ولهذا فزمان النهار ضعف زمان ط أ وزمان الليل ضعف زمان ط ح (١١) لأن دائرة نصف النهار تقطع القسى العالية والسافلة كلها بنصفين وقوس (١٢) ه ط (١٣) وهو نصف الاختلاف بينها معلومة (١٤) وتكون هاهنا ساعة استوائية وربعا فيكون إذن أزمانها (١٥) معلومة لأن الساعات (كد) (١٦) والأجزاء (شس) (١٧) يكون قسط كل ساعة (به) (١٨)

(١) [مقادير القسى الواقعة فى دائرة الأفق وبين المعدل وبين مشارق الأجزاء وتسمى قسى سعة المشرق] : وردت فى ب قبل بداية الفصل .

(٥) سعة المشرق هى ٩٠ - Azimuth أو Azimuth - ٩٠ .

(٢) سا : غير موجود .

(٣) ف : فرسم - وفى سا ، د : ورسم .

(٤) د : لجزيرة .

(٥) ٣٦° .

(٦) ١٤ ساعة .

(٧) د : ب ه و .

(٨) ف : والفرض .

(٩) د : غير موجود .

(١٠) سا ، د : الدرجة .

(١١) د : ط د .

(١٢) سا ، د : فقرس .

(١٣) سا : ط .

(١٤) سا ، د : معلوم .

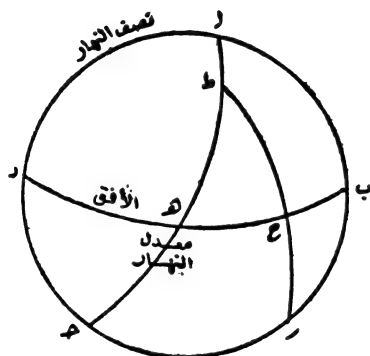
(١٥) سا : زمانها .

(١٦) ٢٤ ساعة .

(١٧) ٣٦٠° .

(١٨) ١٠° .

فيكون ما هنا ثمانية (١) عشرة زماناً (٢) و: (مه) (٣) دقيقة و: ط أ زمان (٤) نصف (٥) النهار معلوم ونسبة جيب هـ إلى جيب ط أ مؤلفة من نسبة جيب



شکل (۴۶)

هـ ب (٦) إلى جيب ح ب ومن نسبة جيب (٧) رح إلى جيب ر ط فيعلم
ب ح ، ح هـ (٨) (*) ولنتبين (٩) أيضا أنه إذا كان الميل (١٠) وقوس الأفق

- (١) ف : غير واضح . (٢) سا : جزءا . (٣) ٤٥ دقيقة .
 (٤) سا ، د : نصف - وفي ف : مشطوب ومكتوب في الهامش باعتباره بعد كلمة (نصف) .
 (٥) سا ، د : زمان . (٦) سا : هـ ر - وفي د : هـ ب جزأ .
 (٧) [هـ ب إلى جيب ح ب ومن نسبة جيب] : في هامش ب .
 (٨) سا ، د : هـ .
 (٩) تعيين سعة المشرق للنقطة معلومة الميل : أخذ بطليموس في هذا الشأن مكانا معين هو جزيرة رودس ونقطة معينة في السماء هي التي تحمل فيها الشمس عند الانقلاب الشتوى . ولكن الطريقة واحدة لتعيين سعة مشرق أى نقطة أخرى على البروج .
 فلنفرض ب د الأفق (شكل ٢٦) ، ا ب معدل النهار ونقطة تقاطعها هـ . ولتكن ح هي النقطة المعلومة الميل واقعة على الأفق المطلوب إيجاد قيمة هـ ح .
 ففرض أن ر القطب الجنوبي ونصل القوس ر ح ليلاق معدل النهار في نقطة ط فيكون ر ح = ٩٠ - الميل وفي الشكل القطاع ا ب هـ ح ر :

$$(نظرية ١١) \quad \frac{\text{ج ا ح}}{\text{ح ا ر ط}} \times \frac{\text{ج ا ه و}}{\text{ح ا م ن}} = \frac{\text{ج ا ه و}}{\text{ح ا ر ط}}$$

لكن $هـ = ١ = ٩٠$: $ط = ١$ = زمان نصف النهار لנקطة $ج$ = نصف الوقت الذى يتقصده $ج$ فوق الأفق ، $هـ = ١$ ، $ر = ٩٠$ ، $ج = ٩٠$ - الميل ، $ر = ٩٠$.
 ∴ يمكن تعيين $ج$ ب ومن ذلك نجد سعة المشرق $ج = ٩٠ - ج$ وهو المطلوب
 (٩) $سا : د : ولتين$.
 (١٠) $ب$: مقدار النهار - $وقف$: [مقدار النهار] مطلوب ومكتوب في الماش [الميل] .

معلومين (١) لنا أن ارتفاع القطب وانخفاضه وبالجملة بعده من الأفق يكون (٢) معلوما ولنطلب بر من هذه الصورة بعينها لأنها (٣) ما بين (٤) القطب والأفق فلأن نسبة جيب ه ط إلى جيب ط أ (٥) مؤلفة من نسبة جيب (٦) ه ح إلى جيب ح ب (٧) ومن نسبة جيب رب (٨) إلى جيب رأ فيكون (٩) ، جميع (١٠) ذلك خلا (١١) بر معلوما (١٢) يبقى رب معلوما (١٣) فإن كان المعلوم قوس رب وأردنا معرفة اختلاف ما بين النهار الأطول والأقصر وهو ضعف التفاوت مع النهار المعتدل وذلك هو ضعف (١٣) قوس ه ط فنعرف (١٤) ذلك لأن نسبة

(١) د : معلوما .

(٢) [معلومين لنا أن ارتفاع القطب وانخفاضه وبالجملة بعده من الأفق يكون] : غير موجود في سا .

(٣) سا ، د : لأنه .

(٤) ف ، سا ، د : يماس .

(٥) د : ط ل .

(٦) د : غير موجود .

(٧) سا : ح ب .

(٨) د : ب .

(٩) ف ، سا ، د : ويكون .

(١٠) ف : غير موجود .

(١١) ف : حلا .

(١٢) د : معلوم .

(٥) تعيين بعد القطب عن الأفق: إذا عرفنا مقدار النهار وسعة المشرق يمكن إيجاد بعد القطب عن الأفق . نفرض د الأفق ، ه معدل النهار (شكل ٢٦) ولتكن ح نقطة على الأفق معلوم سعة مشرقها ه ح حيث ه نقطة تقاطع د مع ه . ولنفرض أن ر القطب ونصل القوس ر ح ليقطع معدل النهار في نقطة ط فيكون ط نصف مقدار النهار والمطلوب إيجاد ر بعد القطب عن الأفق . في الشكل القطاع ه ح ر :

$$\frac{\text{ح ه ط}}{\text{ح ط ا}} = \frac{\text{جا ه ح}}{\text{ح ا ح ب}} \times \frac{\text{جا ر ب}}{\text{ح ا ر ب}} \quad (\text{نظرية ١٠})$$

لكن ه ط = ٩٠ - ط = ٩٠ - نصف مقدار النهار ، ط ا = نصف مقدار النهار ، ه ح = سعة المشرق ، ح ب = ٩٠ - ه ح ، ر ب = ٩٠ - ر .

∴ يمكن تعيين ر ب وهو المطلوب .

(١٣) د : ضعيف - وفي ما : غير موجود .

(١٤) سا : فيعرف .

جيب قوس رب إلى جيب قوس بأ مؤلفة من نسبة جيب رج (١) إلى جيب ح ط ومن نسبة (٢) جيب (٣) ط ه إلى جيب ه أ (٤) فيصير ضعف جيب ه ط معلوما على ما علم ه ه وأيضا قوس ه ح يمكن أن يعلم من قوس بعد القطب إذا (٥) كان سائر ذلك معلوما لأن نسبة جيب رأ إلى جيب أب مؤلفة من نسبة (٦) جيب ر ط وهو تسعون (٧) إلى جيب ط ح الميل ومن نسبة جيب (٨) ه ح إلى جيب ه ب المعلومة ه ه وسواء كان المعلوم ميلا جنوبيا أو شماليا أو كان (٩) الميل أو ميل درجة فالأمور (١٠) بحالها . قال ومن هذه الأشياء يتبين أن الأجزاء المتساوية البعد من الانقلابين

(١) سا : غير واضح .

(٢) [ومن نسبة] : غير موجود في سا ، د .

(٣) سا : د : وجيب . (٤) سا : غير موجود .

(٥٥) تعيين الفرق بين أطول وأقصر نهار :

من المعلوم أن الفرق بين النهار المعتدل (١٢ ساعة) وبين أطول نهار = الفرق بينه وبين أقصر نهار .

∴ الفرق بين أطول وأقصر نهار = ضعف الفرق بين النهار المعتدل وبين أقصر نهار .
في شكل (٢٦) القوس ه ا يمثل النهار المعتدل ، والقوس ط ا يمثل أقصر نهار إذا كانت ح هي المنقلب الشتوى .

∴ الفرق بين أطول وأقصر نهار = ضعف (ه ا - ط ا) = ٢ ه ط .

في الشكل القطاع ا ه ح ر : $\frac{\text{ح ا ر ب}}{\text{ح ا ب ا}} = \frac{\text{ح ا ر ج}}{\text{ج ا ح ط}} \times \frac{\text{ح ا ط ه}}{\text{ح ا ه ا}}$ (نظرية ١٠)

حيث ر ب = بعد القطب عن الأفق ، ب ا = ٩٠ - ر ج ، ر ج = ٩٠ - ميل النقطة ح ، ح ط = ميل النقطة ج ، ه ا = ٩٠ .

∴ يمكن معرفة ه ط ومن ذلك نعلم ه ط وهو المطلوب .

(ه) سا ، د : وإذ . (٦) سا : غير موجود .

(٧) د : تستعين .

(٨) د : غير موجود .

(٥٥٥) تعيين سعة المشرق إذا عرفنا الميل وبعد القطب عن الأفق .

في الشكل القطاع ا ه ح ر (شكل ٢٦) :

(نظرية ١١) $\frac{\text{ح ا ر ب}}{\text{ح ا ب ا}} = \frac{\text{ح ا ر ج}}{\text{ج ا ح ط}} \times \frac{\text{ج ا ه ط}}{\text{ج ا ه ا}}$

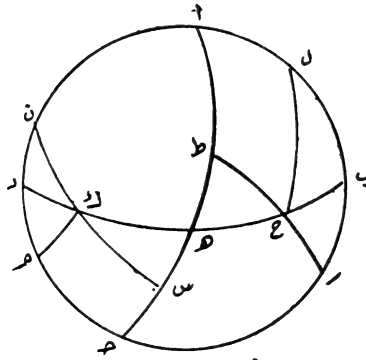
لكن ر ا = ٩٠ ، ا ب = ٩٠ - بعد القطب عن الأفق ، ر ط = ٩٠ ، ط ه = ميل نقطة ح ، ه ا = ٩٠ .

∴ يمكن معرفة ه ح سعة المشرق وهو المطلوب .

(٩) ب ، ف : غير واضح - وقب ، د : وكل .

(١٠) پ : والأمور

ميلها واحد وقوس أفقها واحد (١) ونهارها واحد ومطالعها واحدة وأن الأجزاء التي تأخذ من النقطة الاستوائية تبادل أحوالها أحوال الأجزاء التي تأخذ من النقطة الأخرى فيكون ما نقص هذا في الأيام والليالي يزيد (٢) ذلك وبالعكس فليكن (٣) في هذه الصورة بعينها نقطة ك يرسمها بالقطع دائرة موازية لمعدل النهار وليكن ك م قطعة منها و: ح ل (٤) قطعة من أخرى في بعدها على المبادلة وبين أنها متساويتان (٥) وليكن القطب الشمالي نقطة ن (٦) فإذا أجزنا (٧) على ن ك قوس ن ك س يقطع معدل النهار على س (٨) كان ج س مثل ط أ لأن ج س شبيهة ك م لأنها محورتان بين قوسين (٩) خارجيتين من قطب معدل النهار و: ط أ (١٠) شبيهة ح ل (١١)



شكل (٢٧)

-
- (١) سا : واحدة .
 - (٢) د : زيد .
 - (٣) ب : وليكن .
 - (٤) د : [و : ول] .
 - (٥) ف ، د : متساويان .
 - (٦) ف : غير واضح .
 - (٧) ف : اخرنا .
 - (٨) د : غير موجود .
 - (٩) د : قوس .
 - (١٠) سا : [ف : ط أ] .
 - (١١) د : بين السطرين (ح ن) .

و: كم: ح ل متساويتان فالقوسان اللتان تشبهانهما من دائرة واحدة متشابهتان متساويتان فلذلك (١) تبقى هـ س ، هـ ط متساويتين: (٢) ويكون (٣) لذلك (٤) ضلعاس هـ هـ ك من ذى ثلاثة أضلاع س هـ ك (٥) مثل ضلعي ط هـ هـ ح من الآخر كل لنظيره (٦) وزاويتا ط . س قائمتان تكون قاعدة كس كمنقادة ط ح (٧) (*) ويوضح (٨) هذا إذا رسمت للقيس أوتارا في المثلثين (٩) فقد بان تساوى المطالع وسعة المشرق والميل في الحائنين (١٠)

- (١) د : ولذلك .
 (٢) د : متساويان .
 (٣) فلذلك تبقى ه س . ه ط متساويتين ويكون [: غير موجود في سا .
 (٤) ف : كذلك - وفي سا : وذلك .
 (٥) ف : بين ه ل .
 (٦) سا ، د : كنظيره .
 (٧) ف : ه ح .
 (٨) خصائص النقط المتساوية البعد عن الانقلاب بين : والمقصود هنا نقط دائرة البروج .
 نغرض ب د الأفت . ه معدل النهار متقاطعان في نقطة ه (شكل ٢٧) (ولكن ل ، ح نقطتان
 من دائرة البروج متساويتى البعد عن أحد الانقلابين ونغرض القطب الشمالى د والجنوبى ر ونصل د ل
 فيلاق معدل النهار في س ونصل ر ح فيلاقه في ط فيكون ل س ، ح ط ميلا للنقطتين ، س ه ،
 ط ه مطالعتهما ، ل ه ، ح ه سعى مشرقهما والمطلوب إثبات أن :
 (أ) س ه = ط ه .
 (ب) ل ه = ح ه .
 (ج) ل س = ح ط .
 البرهان : من المعروف أن نقطى البروج المتساويتى البعد عن أحد الانقلابين يكون نهار أحدهما
 مساويا ليل الأخرى فإذا رسمنا القوسين ل م ، ح ل موازيتين لمعدل النهار كان ل م = ح ل .
 : القوسان المقابلتان لما عند معدل النهار متساويتان أى أن س ح = ل ط .
 : س ه = ط ه وهو المطلوب أولا .

ولم يشرح ابن سينا برهان الجزء الثاني ولكن يمكننا الوصول إلى النتيجة بسهولة

[illegible]

- ج : ل س - ع ط وهو المطلوب ثالثا .
 (٨) د : نوضح .
 (٩) سا ، د : المثلثين هذا يوجب في قسي الأوتار
 (١٠) سا : واقع المنحني .

فصل

في معرفة نسب المقاييس إلى أظلالها في الاعتدالين والانقلابين (١)

«ج» لنذر (٢) على ه دائرة أب جد لنصف النهار وقطرها أ ه جو : أسمت الرأس ولنخرج من ج خطا موازيا للأفق وليكن ج ن (٣) على أنه مسقط الظل و : د ج هو المقياس ولصغر الأرض بالمقياس إلى الفلك لا يزال (٤) كان المقياس على ظاهر الأرض أو (٥) كان على نفس المركز ثم ليكن نقطة ب النقطة التي ترسمها (٦) النقطة الاعتدالية على دائرة نصف النهار حتى يكون (٧) ب ه ر (٨) شعاعها و : ج ر ظلها و : ح للمقلب الصيني حتى يكون ح ه ك (٩) شعاعها (١٠) و : ج ك ظلها (١١) و : ل للمقلب الشتوي حتى يكون ل ه ن (١٢) شعاعه و : ج ن (١٣) ظله فلأن بعد سمت الرأس من معدل النهار مساو لارتفاع القطب فقوس أب مساو لارتفاع القطب (١٤) فهو معلوم فزاوية أ ه ب معلومة ولأن غاية الميل في الشمال والجنوب معلوم فقوسا ح ب ، ب ل (١٥) معلومان (١٦) فيصير قوس أ ل وزاويتها

(١) [فصل في معرفة نسب المقاييس إلى أظلالها في الاعتدالين والانقلابين] : غير موجود .
في سا ، د .

(٢) سا : ولنذر .

(٣) ف : ح و - وفي سا : ح ر .

(٤) د : لائبال .

(٥) ف : ولو .

(٦) سا : ترسمها - وفي د : يرسمها .

(٧) [حتى يكون] : غير موجود في سا ، د .

(٨) سا ، د : [و : ر ه] .

(٩) ف ، د : ح ه ط - وفي سا : ح ه ط .

(١٠) د : شعاعه .

(١١) د : ظلّه .

(١٢) ف : ل ه د .

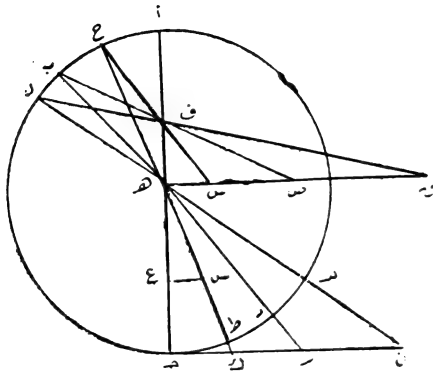
(١٣) ف : [و : ح د] - وفي سا : [ظلها و : ل للمقلب الشتوي حتى يكون ل ه ن

شعاعه و : ح ن] غير موجود .

(١٤) [فقوس ا ب مساو لارتفاع القطب] : في هادش ب ، ف .

(١٥) د : ح ، ب ل .

(١٦) ب ، د : مطولين .



شكل (٢٨)

معلومتين (١) ويبقى (٢) قوس أح (٣) وزاويتها معلومتين (٤) وإذا (٥) علمت هذه القسوى فقد علمت زواياها عند المركز والزاويا المقاطعة لزواياها وهى زوايا (٦) المثلثات عند المركز. وزاوية ج قائمة و : ج هـ ستين (٧) فقد علم كل مثلث لأن كل مثلث علم زاويتان منه وضلع فقد علم سائره فإن جعل (٨) مكان نقطة ج نقطة قريبة (٩) من هـ وجعلتهما كأنهما فى المركز وجعلت أيهما شئت مركزا للفلك (١٠) والآخر (١١) طرف مقياس لم يؤثر فى الفلك وكان انبيان واحدا فليكن نقطة ع أصلا للمقياس (١٢) و : هـ طرفه وأخرج (١٣) من ع عمود (١٤) ع س عليه (١٥) حتى كان

- (١) ب : معلومين - وفى سا ، د : [فيصير قوس ا ل وزاويتها معلومتين] غير موجود
- (٢) ب : فيبقى .
- (٣) سا : ا ح - وفى د : ا ب .
- (٤) ب ، سا ، د : معلومين .
- (٥) سا : وإذا .
- (٦) د : زوايا .
- (٧) ف : سيبين - وفى سا : سس - وفى د : سس .
- (٨) ف ، سا ، د : جعلت
- (٩) سا : قريبا - وفى د : قديب
- (١٠) ب : مركز الفلك
- (١١) ب : والاخرى
- (١٢) سا ، د : للقياس
- (١٣) ف ، سا ، د : وقد أخرجت
- (١٤) سا ، د : خطا عمود
- (١٥) ب ، ف : فى المامش

مسقط الظل عليه (١) فكان موازيا لخط ج ر وكانت (٢) النسب تلك النسب بعينها وكذلك إن جعلت نقطة ه أصلا (٣) للمقياس (٤) و : ف (٥) طرفه من ذلك الجانب و : هـ س (٦) عموداً ، س ، ص ، ق (٧) أطراف الظل إذ (٨) لا فرق بين الزوايا التي تكون (٩) عنده وعند الفريفة منه (*) وقد خرج بالحساب خط ج ك (١٠) وهو الظل الصيفي (يب له) (١١) وخط ج ر وهو

(١) سا ، د : غير موجود

(٢) د وكان

(٣) سا أصل

(٤) سا القياس

(٥) سا : و : ب]

(٦) د : غير واضح

(٧) سا : [و : ب] - و : د : [و : ف]

(٨) د : أو

(٩) د : غير موجود

(٥) يمين طول الظل ظهر في الاعتدالين والانقلابين : نفرض \angle ب - د نصف النهار ، Meridian \angle سمت الرأس ، \angle هـ - د قطري هذه الدائرة حيث هو المركز (شكل ٢٨) . نرسم من - المستقيم \angle موازيا للأفق أي مماساً للدائرة فيكون هو اتجاه ظل مصا رأسية فإذا كانت نقطة ب موقع الشمس عند أحد الاعتدالين ونقطتي ج ، ل موقعها عند الانقلابين ووصلنا ب هـ ، ج و ، ل و لتقابل - \angle في نقطتي ر ، ل ، \angle كان - ر ، - ل ، - \angle هي أضلاع مصا طولها يساوي هـ - \angle في الاعتدال وفي الانقلابين الصيفي والشتوي على التوالي .
* : خط عرض معلوم * : ارتفاع القطب معلوم

* : الزاوية بين سمت الرأس ونقطة الاعتدال معلومة أي أن \angle هـ ب معلومة

وبالمثل زاويتا \angle هـ ج ، \angle هـ ل معلومتان

لكن \angle هـ ب - \angle هـ ر ، \angle هـ ج - \angle هـ ل ، \angle هـ ب - \angle هـ ل
* : المثلثات - هـ ر ، - هـ ل ، - هـ ب القائمة الزاوية في - هـ ب - طول المقياس

وفيها الزوايا معلومة

ومن ذلك يمكن معرفة أطوال الظلال - ر ، - ل ، - \angle وهو المطلوب ولن تؤثر النتيجة بموضع نقطتي - هـ ، مادام - هـ رأسية . فإذا كان هـ ج مثلاً هو المقياس نرسم ج س أفقياً فيكون هو اتجاه الظل وبالمثل يمكن اعتبار هـ ف المقياس ونرسم هـ و أفقياً فإذا وصلنا ف ، ج ، ف ، ل ف لتقابل هـ في ف ، س ، هـ كانت الأضلاع هي هـ س ، هـ و ، هـ ج

(١٠) د : - \angle

(١١) ف ، د : يب - هـ - س : لب - هـ - الظل الصيفي = ١٢,٥٨٣٣ باعتبار طول المصا = ٦٠

الظل (١) الاستوائى (مح لو) (٢) وخط جن (٣) وهو الظل (٤) الشتوى (فحك) (٥) فقد تبين من هذا أنه إذا كان ارتفاع (٦) القطب والميل معلومين سهل علم نسب الأظلال والمقاييس ويسهل (٧) أن يعلم من هذا أنه إذا كانت (٨) نسبة الأظلال والمقاييس معلومة أن الارتفاع والميل يصيران معلومين (٩) بسبب معرفة القوس من معرفة زوايا المثلث لكن المعتمد في معرفة الميل الأعظم وارتفاع القطب هو الطريق الأول لأن (١٠) ظل الاستواء (١١) مجهول لاستمرار الأظلال من نقصان إلى الزيادة ومن (١٢) الزيادة إلى النقصان على اتصال من غير أن يكون لوقت الاستواء علامة ظاهرة (١٣) وظل الانقلاب الشتوى وإن كان (١٤) متميزا عن سائر الأظلال (١٥) بكونه أطول الأظلال (١٦) فإنه يكون لطوله منتشرا سخيفا لا يضبط طرفه حقيقة انضبط .

فصل

في خواص اللوائى الموازية لمعدل النهار (١٧)

ثم إن بطليموس رسم دوائر موازية لمعدل النهار بحسب مرورها على سمت (١٨)

- (١) سا ، د : غير موجود
- (٢) سا : مح كر - وفى د : مح لو - الظل الاستوائى = ٤٣,٦٠٠
- (٣) ف ، سا ، د : ح ر
- (٤) سا ، د : غير موجود
- (٥) ف : مح ل - وفى سا ، د : ل - الظل الشتوى = ١٠٣,٣٣٣
- (٦) سا ، د : الارتفاع القطب
- (٧) د : وسهل
- (٨) د : كان
- (٩) [سهل علم نسب الأظلال والمقاييس ويسهل أن يعلم من هذا أنه إن كانت نسبة الأظلال والمقاييس معلومة أن الارتفاع والميل يصيران معلومين] : غير موجود فى سا .
- (١٠) سا : ولأن
- (١١) سا : الظل الاستوائى
- (١٢) سا ، د : و - [النقصان إلى الزيادة ومن] : فى هامش ف
- (١٣) سا : طائفة
- (١٤) سا : كانت
- (١٥) سا : الأظلال
- (١٦) [بكونه أطول الأظلال] : غير موجود فى د
- (١٧) [فصل فى خواص الدوائر الموازية لمعدل النهار] : غير موجود فى سا ، د
- (١٨) سا ، د : سموت

الرؤوس للمساكن التي تحنها وجعل المسافة بينها بمقدار ربع ساعة ربع ساعة (١) فإن الليل والنهار في خط الاستواء دائماً متساويان وكلما أمعنا (٢) إلى قطب وقع التفاوت وكلما قربنا (٣) إلى (٤) القطب كان التفاوت أكثر فاختار (٥) أن يجعل مقادير ما يتكلم عليه ربع ساعة ربع ساعة قال أما خط الاستواء فكأنه الحد بين المسكون عندنا وغير المسكون الخالي (٦) الجنوبي (٧) ولأن الكرة هناك منتصبة فالأفق يقطع جميع الدوائر الموازية (٨) لمعدل النهار دائماً (٩) بنصفين (١٠) فيستوى الليل والنهار هناك دائماً وأما (١١) في سائر المواضع فإن دائرة معدل النهار هي وحدها التي تنقسم بدائرة (١٢) الأفق بنصفين (١٣) وأما سائر الدوائر (١٤) فتتقدم بها (١٥) بمخلفتين (١٦) ويكون كل دائرة هي أميل إلى القطب الذي إليه الممكن فقلوعها (١٧) العالية أكبر (١٨) من المسافة فيكون النهار أطول من الليل ومن أحوال دائرة الاستواء أن الظل يقع فيها تارة إلى الجنوب إذا (١٩) صارت الشمس عنها شمالية وتارة إلى الشمال إذا صارت الشمس عنها جنوبية وغاية امتداد الظل فيها

(١) [ربع ساعة] : غير موجود في د

(٢) سا ، د آمن

(٣) سا : كان قريباً

(٤) سا ، د : من

(٥) سا واختار

(٦) الساكني

(٧) سا غير واضح

(٨) د المتوازية

(٩) ب ، ف : في الهامش

(١٠) ب بنصفين دائماً

(١١) د وإذا

(١٢) د يداير

(١٣) د : عل نصفين

(١٤) [فإن دائرة معدل النهار هي وحدها التي تنقسم بدائرة الأفق بنصفين وأما سائر الدوائر] :

غير موجود في سا

(١٥) سا غير موجود

(١٦) ب النصفين

(١٧) ب : فقطعها

(١٨) ب : أكثر

(١٩) د إذ

أن (١) يكون الظل نصف النهار والشمس في المقلب ستة وعشرين (٢) جزءا ونصفا (٣) من ستين جزءا من المقياس وهؤلاء يرون الكواكب كلها طالعة وغاربة فلا يكون منها شيء لا (٤) يخفى عنهم دائما ويظهر لهم دائما . قال وأما أنه هل هناك مساكن أم ليس فذلك في حكم الإمكان جائز (٥) لأن تلك البقعة (٦) يجب أن تكون في غاية الاعتدال في المزاج (٧) والشمس عندهم لا (٨) يطول مكثها (٩) على سمت الرؤوس لسرعة ميلها . فيكون العيف (١٠) لذلك عندهم معتدل المزاج ولا يبعد أيضا عن الانقلابين بعدا شديدا فيكون شتاؤهم معتدل المزاج ونحن خاصة فقد تكلمنا في هذا كلاما بالغا فليطلب (١١) من الكتب الطبيعية لنا (١٢) وأما أى البلدان وأى المساكن (١٣) هناك فإن بطليموس لم يحط به علما وقت (١٤) ما صنف المحسطنى وقال إن ما يقال في ذلك فهو بالتخمين ثم أحاط بعد ذلك ببعضها علما وأثبتته في جغرافيا (١٥) . وأما سائر الدوائر المتوازية (١٦) فإننا نحيط معرفة بالمساكن التى بها بارتفاع القطب في كل واحد منها الذى هو بمقدار (١٧) العرض فتكون الكواكب الدائمة (١٨) الظهور ترسم دوائر نصف قطر أكبرها (١٩) إن (٢٠)

-
- (١) ف ، سا : فيه - وفى د : فيه وزيادته
(٢) سا : وعشرون
(٣) سا : غير موجود - وفى د : ونصف
(٤) سا ، د : غير موجود
(٥) ف ، سا : فجائز - وفى د : لجائز
(٦) ف : فوقها بين السطرين (النقطة) - وفى سا ، د : النقطة
(٧) ف ، سا ، د : المزاج
(٨) ف : بين السطرين
(٩) ب ، سا ، د : ليثها
(١٠) د : الصف
(١١) ب : فيطلب - وفى سا : فلنطلب
(١٢) د : غير موجود
(١٣) د : بين السطرين
(١٤) د : وقد و
(١٥) ب : كتاب جغرافيا - وفى سا ، د : كتاب جاورافيا
(١٦) سا ، د : غير موجود
(١٧) د : المقدار (١٨) سا : غير موجود
(١٩) ف ، سا : أكثرها
(٢٠) سا : وإن

اتفق أن يكون في مداره مماسا للأفق هو بمقدار العرض ويكون مثلها (١) من القطب الآخر دائم الخفاء فأول الدوائر المتوازية بعد خط الاستواء وهي الدائرة الثانية (٢) الموازية لخط الاستواء هي (٣) الدائرة المارة حيث أطول نهاره (بب) (٤) سادة وربع وعرضه (ديه) (٥) فإنها تمر بجزيرة فراينس (٦) ولأن عرضها دون المثل فيقع (٧) الظل إلى الجانبين والشمس تسامت رؤوسهم مرتين ولا (٨) يكون ظل وذلك إذا كان البعد من المنقلب الصيفي في الجهتين (٩) (عطل) (١٠) ويكون الظل الاستوائى (دكه) (١١) من ستين (١٢) والظل الصيفي (كالك) (١٣) والشتوى (لبله) (١٤) وتتلوها (١٥) الدائرة التي أطول نهارها (يبال) (١٦) وعرضها (حكه) (١٧) وتمر (١٨) بخليج أوالبطس (١٩) وظلها (٢٠) أيضا ذو جهتين والشمس تسامت رؤوسهم (٢١) على بعد (سط) (٢٢) من المنقاب ويكون ذلك

-
- (١) د ميلها
(٢) ف الثابتة
(٣) سا ، د : وهي
(٤) سا : لب
(٥) د ويه
(٦) ف : فراميس وفي الهامش (طورباى) - وفي هامش ب: ط رباى - وفي سا : طورباى -
وفي د : طوباى
(٧) د : فيقطع
(٨) سا ، د : فلا
(٩) [الصيفي في الجهتين] : غير موجود في سا ، د
(١٠) سا : يطل
(١١) سا : ككه
(١٢) سا : ثيين - وفي د : سين
(١٣) ١٢,٥٠٠
(١٤) ف ، سا ، د : لب
(١٥) د : ويتلوها
(١٦) ف : ل بين السطرين - وفي سا : ب ل
(١٧) د : ع لك
(١٨) د : ويمر
(١٩) ب : أواليطو - وبين السطرين (أوليكنس) - وفي سا : أواليطس
(٢٠) سا : فظلها
(٢١) د : غير موجود
(٢٢) ٦٩°

مرتین والظل الاستوائی (حن) (١) والصیفی یوله (٢) والشتوی لرنده (٣) والموازیه
 الرابعة أطول نهارها یب ونصف ورربع العرض یب ل ویمر بخلیج أو الیقیطوس والظل
 ذو جهتین ومسامته الشمس مرتین وعلى (٤) (نرم) (٥) من المنقاب والظل الاستوائی
 (یحک) والصیفی (یب) (٦) والشتوی (یدو) (٧) والخامسة أطول نهارها (یح) ساعة
 والعرض (بوکر) (٨) وتمر (٩) بجزیره ما روى (١٠) والظل ذو جهتین والمسامته
 من الشمس مرتین على بعد (مه) (١١) والظل الاستوائی (یرمه) والصیفی (رمه) (١٢)
 والشتوی (رن) (١٣) والسادسة أطول نهارها (یح) ساعة ورربع والعرض (کبد)
 وتمر بیاقطون (١٤) والظل ذو جهتین والمسامته من الشمس مرتین على بعد (لا)
 والظل الاستوائی (کبی) (١٥) والصیفی (جمه) والشتوی (یحی) (١٦) والسابعة
 أطول نهارها (یحل) ساعة والعرض (کجنا) (١٧) وتمر (١٨) بجزیره سابیس (١٩)
 والعرض کالمیل فالأظلال (٢٠) علیها (٢١) شمالية وتسامت الشمس الرأس مرة واحدة

-
- (١) ف : ح د
 (٢) سا : لو ن
 (٣) ف : سا . ار يد - وفی د : لاند
 (٤) سا ، د : وعلى بعد
 (٥) ف : یرم - وفی سا : یرل - وفی : نرل
 (٦) د : ر یب
 (٧) ف : مد یو - وفی سا : لم لم - وفی د : بدم
 (٨) سا : یو یر - وفی د : لو یر
 (٩) سا ، د : یمر
 (١٠) ب : مارابس وبن السطرن (ماروی)
 (١١) د : مرمه
 (١٢) [والصیفی رمه] : غیر موجود فی ف
 (١٣) ف : غیر واضح - وفی سا : نر - وفی د : نر
 (١٤) ف : بیاقطون
 (١٥) د : کب د
 (١٦) د : یح د
 (١٧) د : کح یا
 (١٨) سا : ویمر
 (١٩) ف : غیر واضح - وفی سا : سوینی - فی د : سوینی سوی
 (٢٠) سا : فالظلال
 (٢١) د : غایتها

عند (١) نقطة الانقلاب والظل الاستوائى (كول) واشتوى (سهن) (٢) ولا ظل للصيف وما وراء هذا فالأظلال (٣) واحدة (٤) من (٥) الجهة الشمالية (٦) والشمس لا تسامت الرؤوس البتة والثامنة أطول نهارها (بح) ساعة ونصف وربع (٧) والعرض (كريب) (٨) وتمر بجزيرة (٩) بيادارميس (١٠) بعطلم بلوس (١١) الظل الاستوائى (لن) (١٢) والشتوى (عدى) والصينى (جل) والتاسعة أطول نهارها (يد) ساعة (١٣) والعرض (ل كب) (١٤) وتمر (١٥) بأسافل بلاد مصر والظل الصينى (ون) والاستوائى (له) (١٦) والشتوى (فده) (١٧) والعاشره أطول نهارها (يديه) والعرض (الحلح) (١٨) وتمر بوسط الشام والظل الصينى (ى) والاستوائى (لطل) والشتوى (صح) (١٩) والحادية عشرة (٢٠) أطول نهارها (يدل) والعرض (لو) (٢١) وتمر بجزيرة رودس والظل (٢٢) الصينى (يبيه) والاستوائى (معلو) والشتوى

-
- (١) د : وحند
(٢) د : سن
(٣) د : فالظل
(٤) د : واحد
(٥) سا : فى
(٦) د : الشمال
(٧) د : وربع ساعة
(٨) سا ، د : كريب
(٩) سا ، د : غير موجود
(١٠) ب ، ف : فى الهامش
(١١) سا ، د : غير موجود
(١٢) سا : ل ر
(١٣) سا ، د : غير موجود
(١٤) سا : ل يب
(١٥) سا ، د : غير موجود
(١٦) ف ، سا ، د : له
(١٧) ف : يه - وفى : مح
(١٨) ف : الح يح
(١٩) ف : صحه - وفى : سا ، د : مح
(٢٠) ب ، سا : عشر
(٢١) سا : يو - وفى : د : نر
(٢٢) سا ، د : غير موجود .

(فجلك) (١) والثانية عشرة (٢) أطول نهارها (يدمه) والعرض (احله) (٣) وتغر
 تجزيرة سمورسين (٤) والظل الصيفي (بمه) (٥) والاستوائى (مرن) (٦) والشتوى
 (قيدنه) (٧) والثالثة عشرة (٨) أطول نهارها (يه) والعرض (ميو) (٩) وتغر (١٠)
 بيلادالنسطور (١١) والظل الصيفي (يجل) (١٢) والاستوائى (بى) والشتوى (فكرن) (١٣)
 والرابعة عشرة (١٤) أطول نهارها (يده) والعرض (محيه) وتغر تجزيرة مالىان (١٥) والظل (١٦)
 الصيفى (كن) (١٧) والاستوائى (ننه) (١٨) والشتوى (قمديه) (١٩) والخامسة
 عشرة (٢٠) أطول نهارها (يدل) والعرض (مه) وتغر (٢١) بوسط بحر فنطس (٢٢)
 والصيفى (كحيه) (٢٣) والاستوائى (س) مساو (٢٤) للمقاييس (٢٥) والشتوى

-
- (١) د : ع ل
 (٢) ب ، سا ، د : عشر
 (٣) سا ل ح ل
 (٤) ب : سموريس وفي الهامش (سمرنا) - وفي سا : سبرنا - وفي د : سبريا
 (٥) سا يه مد
 (٦) سا : م ن
 (٧) ف ، د : فيد يه - وفي سا : مد يه
 (٨) ب ، سا ، د : عشر
 (٩) د : م لو
 (١٠) سا : ويمر
 (١١) ب : النس قيطوس فيطوس وفي الهامش النسطور - وفي د : النسطور
 (١٢) سا ل ل
 (١٣) سا : فكرر
 (١٤) ب ، سا ، د : عشر
 (١٥) ب : مسا ليس وبين السطرين (ليا) - وفي سا ، د : مساي
 (١٦) سا والعرض
 (١٧) ف ك د
 (١٨) ف : يه نه - وفي سا : يه يه - وفي د : نه يه
 (١٩) سا : قم يه - وفي د : فح يه
 (٢٠) ب ، سا ، د : عشر
 (٢١) سا : ويمر
 (٢٢) سا ، د وفي هامش ب : يطل
 (٢٣) سا : يه يه
 (٢٤) ف : والشتوى مساو
 (٢٥) سا ، د : المقاييس

(قنه) (١) والسادسة عشرة (٢) أطول نهارها (يমে) (٣) والعرض (مونا) (٤) وتمر (٥)
 يعيون النهر المسمى السطروس (٦) والصيفي (كهل) والاستوائى (مجنه) (٧) والشتوى
 (قال) (٨) والسابعة عشر أطول نهارها (يو) والعرض (مع لب) (٩) وتمر بمغايض (١٠)
 نهر ناوردوسبايس (١١) والظل الصيفي (كرل) (١٢) والاستوائى (سرن) والشتوى
 (قحح) (١٣) والثامنة عشرة (١٤) أطول نهارها (يوى) والعرض (ليه) (١٥) وتمر
 بوسط بحيرة (١٦) مناطينوس (١٧) والظل الصيفي (كطله) والاستوائى (عام) والشتوى
 (رى ك) (١٨) والتاسعة عشرة (١٩) أطول نهارها يول والعرض نال (٢٠) وتمر (٢١)
 بجزيرة تحتوى بلاد بريطانيا (٢٢) برطيني (٢٣) والظل الصيفي (لاكه)
 والاستوائى (عه كه) والشتوى (ركطه) (٢٤) والعشرون أطول نهارها (يومه) (٢٥)

-
- (١) ف : قه ه - وفى سا : : قيه
 (٢) ب سا ، د : عشر
 (٣) سا ، د : يه نه
 (٤) سا ، د : مويا (٥) سا ويمر
 (٦) ب اسطروس - وفى ب : السطوس - وفى د : السطرس
 (٧) ف ، سا : سه يه - وفى د : سه له
 (٨) سا ، د : غير واضح
 (٩) سا يحبيب
 (١٠) ف : بمغايض
 (١١) ب : ناوردوسبايس - وفى ب : نورسبايس - وفى د : نور سناس
 (١٢) د كذل
 (١٣) سا : قحح ن - وفى د : قحح ن
 (١٤) ب ، سا ، د : عشر
 (١٥) ف ، د : ن يه - وفى سا : له يه
 (١٦) سا ، د : جزيرة
 (١٧) فى سا ، د وفى هاش ب ، ف : ماوطس
 (١٨) سا رى ك ر
 (١٩) ب ، سا ، د : عشر
 (٢٠) ف : يال - وفى سا : مال - وفى د : فال
 (٢١) سا : ويمر
 (٢٢) [تحتوى بلاد بريطانيا] : فى هاش ب ، ف - وفى سا : طافيا
 (٢٣) سا ، د : غير موجود
 (٢٤) سا ، د : كط م
 (٢٥) د : فور م .

والعرض (نبن) (١) وتمر (٢) بمغايض رنيس (٣) والظل الصيفي (لويه) والاستوائى (عطه) والشتوى (ريحي) (٤) والحادية والعشرون أطول نهارها (ير) والعرض (ندا) (٥) وتمر بمغايض (٦) طنايدوس (٧) والظل الصيفي (لدنه) (٨) والاستوائى (قب له) والشتوى (رحمه) (٩) والثانية والعشرون أطول نهارها (بريه) والعرض (نه) (١٠) وتمر بين بقاباطليس ببيغريتيوس^١ (١١) من بلاد بريطانيا الكبرى والظل الصيفي (لويه) والاستوائى (فهم) (١٢) والشتوى (شدل) (١٣) والثالثة والعشرون أطول نهارها (يرل) (١٤) والعرض (نو) (١٥) وتمر بوسط بلاد بريطانيا الكبرى والظل الصيفي (لرم) (١٦) والاستوائى (فجد) (١٧) والشتوى (شله يه) (١٨) والرابعة والعشرون أطول نهارها (برمه) والعرض (نر) (١٩) ويمر بموضع يسمى (٢٠) قطور قطايس (٢١) من بلاد بريطانيا والظل الصيفي (لطي) والظل (٢٢) الاستوائى (صبك) (٢٣) والشتوى (شعبه) (٢٤) والخامسة ،

(١) ف ، سا : يب ن - وفى د : ب ن - وفى ب . غير واضح

(٢) سا ، د : ويمر

(٣) ف مغايض ريس .

(٤) سا ر ي

(٥) ف : يد ا - وفى سا : ير ا

(٦) ف ، د : مغايض

(٧) ف : غير واضح - وفى سا : طامالس - وفى د : طابايس

(٨) ف ، سا : لويه

(٩) ف : ريج مه - وفى سا : رفد مد - وفى د : وفد مه

(١٠) سا : يه

(١١) سا ، د : بقايطيس

(١٢) د : يه م (١٣) سا ، د : سدل

(١٤) ب : غير واضح (١٥) سا ، د : يو

(١٦) د : لزم

(١٧) ف : فح ن - وفى سا ، د : قح ن

(١٨) سا : حلويه - وفى د : سكونه

(١٩) ف ، سا : ير

(٢٠) سا : غير موجود

(٢١) ف : قطور قطايبين - وفى سا ، دو هامش ب : قاطور قطوس

(٢٢) سا : غير موجود

(٢٣) سا : غير واضح - وفى د : صبك

(٢٤) سا : سب م

والعشرون أطول نهارها (يح) (١) والعرض (نح) (٢) وبحر بجنوب بريطانيا الصغرى والظل الصيفي (مه) والاستوائى (صو) (٣) والشتوى (سطه) (٤) والسادسة والعشرون أطول نهارها (يحل) (٥) والعرض (نطل) (٦) وتمر (٧) بوسط بريطانيا الصغرى قال وإنما لم تستعمل هاهنا التفاضل بربع ساعة لأن الدوائر هناك تكاد تكون متصلة وبعد هذا فإنه يقول إن الموضع الذى يكون أطول نهاره (بط) فالعرض (سا) وتمر (٨) بأقصى شمال بريطانيا (٩) والموضع الذى أطول نهاره (بط) ونصف والعرض (١٠) (سب) ويمر بجزيرة أبردن (١١) حيث (١٢) يكون (١٣) أطول النهار (ك) فالعرض (١٤) (سح) ويمر بجزيرة بولى (١٥) وحيث أطول نهاره (١٦) (كل) (١٧) فالعرض (سدل) وتمر بأقوام (١٨) لا يعرفون من الصقالية والخزر وحيث أطول النهار (كب) فالعرض (سهل) وحيث أطول النهار (كج) فالعرض (سو) وحيث أطول النهار (كد) فالعرض (سول) (١٩) وهناك يقع الظل دائرة لأن الشمس لا تغيب فى الانقلاب الصيفى فتدور أطلال المقاييس فتكون دائرة (٢٠) المنقلب الصيفى دائمة الظهور

(٢) سا : ع - وف : د : لح

(١) د : مح

(٣) سا : مرو

(٤) ب : غير واضح

(٥) د : لح ل

(٦) ف ، سا ، د : بط ل

(٧) سا : ويمر

(٨) ب : ويمر

(٩) [الموضع الذى يكون أطول نهاره (بط) فالعرض سا ويمر بأقصى شمال بريطانيا] : مكررى ب ، ف

(١٠) ب ، سا ، د : فالعرض

(١١) ف : بودى - وف : سا : بوذن - وف : د : بوديه

(١٢) سا ، د : وحيث

(١٣) سا ، د : غير موجود

(١٤) ب : والعرض

(١٥) ب : نوتيس وبين السطرين (بول)

(١٦) ف ، سا ، د : النهار

(١٧) سا ، د : ل

(١٨) سا ، د : بأمر

(١٩) د : سيول

(٢٠) د : دائر

ودائرة المنقلب الشتوى دائمة الخفاء لأنهما يماسان دائرة (١) الأفق (٢) على
على المبادلة أى أن الموازية التى يرسمها رأس السرطان تماس الأفق إذا (٣) دار قطب البروج
حول قطب معدل (٤) النهار (٥) فصار إلى الجنوب فلأن العرض (٦) هو تمام
الميل يجب أن يصير على سمت الرأس فيصير قطب الأفق فتنطبق (٧) دائرة البروج
على دائرة الأفق فتعرض أنه إذا مال السرطان منخفضا إلى مماسة الأفق من الشمال
مال الحدى (٨) مرتفعا إلى مماسته من الجنوب على المبادلة وإذا كان الطالع النقطة
الربيعية صارت (٩) منطقة البروج أفقا لهم وذلك لأن فى ذلك الوقت يكون قطب
البروج على سمت الرأس وقطب المعدل شماليا عنه فيكون السرطان فى الأفق على
دائرة نصف النهار والحمل فى المشرق لا محالة فإن أحب أحد أن يزيد (١٠) على هذا
أمكنه ذلك من الأصول الموضوعة وتظهر هناك أن حيث يكون (١١) ارتفاع القطب
بالتقريب (سر) (١٢) لا يغرب البتة نصف برج الجوزاء ونصف برج السرطان
الملتقيان على نقطة الانقلاب فيكون أطول النهار قريبا من شهر وحيث يكون (١٣) فيه
ارتفاع القطب (سطل) لا يغيب تمام البرجين ويكون أطول النهار قريبا من شهرين
وحيث ارتفاعه (عحك) (١٤) فإنه لا يغيب فيه برجان ونصفا برجى الثور والأسد (١٥)
وأطول النهار قريبا (١٦) من ثلاثة أشهر وحيث ارتفاعه (عحك) (١٧) فإنه لا يغرب

-
- (١) ف : مشطوب - وفى سا ، د : غير موجود
(٢) ب : الأرض
(٣) ب : وإذا
(٤) سا ، د : المعدل
(٥) سا ، د : غير موجود
(٦) د : فهر
(٧) د : فينطبق
(٨) سا ، د : الجنوبي
(٩) سا ، د : صار
(١٠) ف : يريد
(١١) سا ، د : يكون فيه
(١٢) سا : سر بالتقريب - وفى د : سمس بالتقريب
(١٣) ب : أن يكون
(١٤) ب : كك ك
(١٥) سا : والسنبلة
(١٦) سا : قريب
(١٧) سا : صه ك

برجان في كل واحد (١) من الجانبين ويكون النهار قريبا من أربعة أشهر وحيث ارتفاعه (قد) (٢) فلا يغيب فيه برجان ونصف برج (٣) في كل جانب (٤) ويكون أطول النهار خمسة أشهر (٥) وحيث ارتفاعه (ص) فلا يغيب فيه (٦) ثلاثة أبراج (٧) من كل جانب ويكون النهار ستة أشهر فلا (٨) النصف الجنوبي يطلع هناك البتة ولا الشمالى يغرب البتة (٩) والسنة هناك يوم وليلة كل واحد ستة أشهر ودائرة (١٠) معدل النهار هي دائرة الأفق وأعظم (١١) دائرة من الأبدية الظهور والأبدية الخفاء معا كأنه حد مشترك .

فصل (١٢)

في المطالع بحسب (١٣) العروض (١٤)

«د» قد قلنا في المطالع حيث الكرة متصبة فلنقل الآن (١٥) في المطالع حيث الكرة مائلة فنقول إن القمى المتساوية (١٦) البعد من نقطة الاستواء في الجنوب والشمال فإن مطالعها في العروض متساوية فلتكن (١٧) دائرة (١٨) أب ج د دائرة

(١) [في كل واحد] : غير موجود في سا

(٢) ف : غير واضح - وفي سا : يد

(٣) ب : غير موجود - وفي ف : بين السطرين

(٤) [في كل جانب] : غير موجود في سا

(٥) [وحيث ارتفاعه مع] فإنه لا يغرب برجان في كل واحد من الجانبين ويكون النهار قريبا من أربعة أشهر وحيث ارتفاعه (قد) فلا يغيب فيه برجان ونصف برج في كل جانب ويكون أطول النهار خمسة أشهر : غير موجود في د

(٦) سا : غير موجود (٧) سا : أبرج

(٨) ب : ولا

(٩) سا : غير موجود

(١٠) د : ودوائر

(١١) سا : فأعظم

(١٢) سا ، د : غير موجود

(١٣) ب ، ف : غير واضح

(١٤) سا : العرض

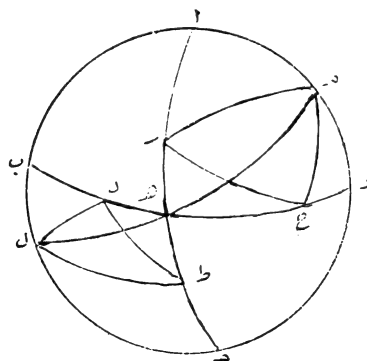
(١٥) سا ، د : غير موجود

(١٦) سا : المساوية

(١٧) سا : فليكن

(١٨) سا ، د : غير موجود

نصف النهار و : ب ه د الأفق و : أ ه ج (١) لمعدل (٢) النهار و : ر نقطة الربيع و : ر ح قوسا (٣) من المائل ميلا شماليا و : ط تلك النقطة بعينها وقد اتصل بها قوس ط ك جنوبيا من المائل مساويا ل : ر ح ومطالعها (٤) ط ه ، ه ر فاقول (٥) إنها متساويان وليتوهم (٦) القطب . أما في الوضع الذي وضعت فيه النقطة نقطة ط فنقطه ل وفي الوضع الآخر نقطة م ولنخرج قطعة دائرة (٧) من الكبار على ل ه م ونصل



تسكن (٢٩)

ط ل ، ل ك ، ر م ، م ح (٨) بقسى من الكبار وقوس ر ح فرضت مساوية ل : ط ك وقوس ل ك مساوية لقوس م ح لأنها تماما ميلين (٩) متساويين وقوسا (١٠) ه ك ، ه ح وهما سعتا المشرق متساويتان (١١) وقوسا م ه ، ه ل متساويتان لأنها من القطب إلى المنطقة فتكون أضلاع مثلث ه ح م كأضلاع مثلث ه ل ك بالتناظر

(١) ف : ا د ح - وفي سا ، د : ا ه د

(٢) سا ، د : معدل

(٣) سا ، د : قوس

(٤) ف ، سا ، د : ومطالعها

(٥) سا ، د : فنقول

(٦) سا ، د : ولتوهم

(٧) سا ، د : غير موجود

(٨) د : ط ل ، ل ك ، ر م ف : ر ح

(٩) سا ، د : مثلثين

(١٠) سا ، د : وقوس

(١١) سا : متساويان

فزاوية ه ل ك (١) مساوية لزاوية ه م ح لكن زاوية ك ل ط (٢) مساوية لزاوية ح م ر لأنهما توتران (٣) قوسين متساويين (٤) بضلعين مساويين (٥) انظيرين (٦) من الكبار يبقى ط ل ه مساوية ل ه م ر فتكون قاعدة ه ط مساوية لقاعدة ه ر (*) « ه » ونقول إن مطالع كل قوسين متساويين من المائل عن جنوبي نقطة م (٧) الانقلابية (٨) تكون ما بين كل واحدة (٩) منها وبين الانقلابية مثل ما بين الأخرى وبين تلك الانقلابية مثل (١٠) برجى الحمل والسنبلة فلإنهما إذا جمعا كانا مساويين لمجموع مطالع تينك القوسين في خط الاستواء فليكن (١١) دائرة نصف النهار أ ب ج د

(٢) ب : ط ل ك

(١) سا : ل ك

(٣) سا : توتران وفي د : يوتران

(٤) سا : متساويين

(٥) ف : متساويين - وفي سا ، د : متساويين .

(٦) ف : القطرين - وفي سا ، د : لقطرين

(٥) تعريف مطالع قوس من البروج في العرض : هي قوس من دائرة معدل النهار تطلع فوق الأفق

مع قوس البروج

نظرية (١٢) : مطالع أقواس البروج المتساوية البعد عن نقطة الاستواء متساوية

البرهان : نفرض أ ب حد دائرة نصف النهار ، ب ه د الأفق ، ه د معدل النهار (شكل ٢٩) ولكن نقطة ر هي الاستواء الربيعي ونقطة ح ثمانية من البروج على الأفق فيكون ه د هو مطلع قوس ح ر ولنفرض نقطة ل جنوبية من البروج على نفس البعد عن نقطة الاستواء وأنها عندما تكون على الأفق تكون نقطة الاستواء الربيعي هي ط أي أن ر ع = ل ط فيكون ه ط هو مطلع قوس ل ط والمطلوب إثبات أن ه ر = ه ط

نفرض أن القطب الشمال والجنوبي ل ونصل ل ه م ، ط ل ، ل ل ، ر م ، م ع

قوس ل ل = م ع لأن كلا منهما = ٩٠ - ميل النقطة

وقوس ه ل = ه ر لأن كلا منهما = سعة المشرق

م ه - ه ل = م ع

∴ المثلثان ه م ع ، ه ل ل متساويان ∴ ه م ع = ه ل ل

لكن ل ل ط = م ع ر لأنهما تقابلان قوسى ط ل ، م ر المتساويان

∴ ط ل ه = ه م ر ∴ ه ط = ه ر وهو المطلوب

(٧) ف : غير واضح - وفي سا ، د : غير موجود

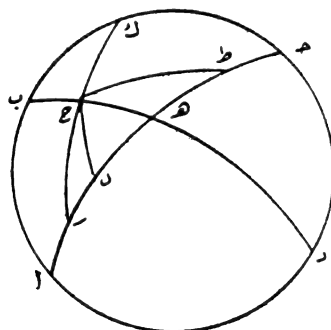
(٨) سا ، د : انقلابية

(٩) د : واجد

(١٠) د : مكرر

(١١) د : فتكن

و : ب هـ د نصف الأفق و : أ هـ ح نصف دائرة معدل النهار وليكن رح قوسا جنوبية بعدها من الشتوية كبعد (١) قوس ط ح وليكن ر النقطة الخريفية و : ط النقطة (٢) الربيعية وليكن ح الفضل (٣) المشترك في دائرة الأفق للقوسين لأن هاتين القوسين يفرزهما (٤) دائرة واحدة بعينها من الدوائر المتوازية ولنخرج على ح (٥) من قطب معدل النهار ربع دائرة من الكبار يقوم (٦) مقام الأفق في الكرة المنتصبة وهو (٧) ك ح ل فلأن (٨) ط هـ مطالع ط ح و : هـ ر مطالع ح ر (٩) فجملة ط ر مطالع للقوسين (١٠) في هذه البقعة لكن ط ل مطالع ط ح في الكرة



شكل (٣٠)

المنتصبة و : ر ل مطالع رح في الكرة المنتصبة ومجموعهما مساو ل : ط ر (١١) الذي كان مجموع مطالع القوسين في غير الكرة المنتصبة (*) فلنبين كيف تعرف مطالع

-
- (١) ما : ليد
 - (٢) ف : بين السطرين
 - (٣) ف : في الماش
 - (٤) د : تفوزها
 - (٥) ما : ح
 - (٦) ما : تقوم
 - (٧) ما : هـ ر - وف د : هو
 - (٨) ب : ولان
 - (٩) ما : د : ح ر
 - (١٠) ما : د : القوسين
 - (١١) د : [و ل : ط ر]

(٥) نظرية (١٣) إذا أخذنا قوسين من البروج متساويين البعد عن إحدى نقطتي الانقلابين فإن مجموع مطالعهما في العرض يساوي مجموع مطالعهما في خط الاستواء .

ميل في غير الكرة المنتصبة هو، وليكن ذلك التقرير (١) لجزيرة (٢) رودس (٣) التي ذكرناها (٤) على أنها إذا تحققنا مطالع ربع واحد كفانا ذلك في غيره لما عرفناه (٥) فليكن (٦) أب ج د (٧) نصف النهار : ب ه د (٨) نصف دائرة الأفق و : أ هـ (٩) نصف دائرة (١٠) المعدل و : ر ح ط نصف دائرة البروج و : ح النقطة الربيعية وليكن دك (١١) ارتفاع القطب بها و : ك نقطة القطب ولبرها ربع دائرة كبيرة تجتاز على تقاطع المائل والأفق وهي نقطة ل إلى م ولتكن ح ل برجا واحدا مثلاً وهو الحمل والمطلوب (١٢) مقدار هـ ح وبين أن نسبة جيب ك د (١٣) إلى جيب د ح (١٤) مؤلفة من نسبة جيب ك ل إلى

نفرض Γ ح د دائرة نصف النهار ، \cup هـ د الأفق ، Δ هـ د معدل النهار (شكل ٣٠) وليكن نقطة ر هي الاستواء الخريفي ، ϵ إحدى نقط البروج المعلومة فيكون هـ ر مطلع القوس ϵ ر أما إذا كانت نقطة ط الاستواء الربيعي ، ϵ نقطة على بعد من أحد الانقلابين مساو لبعد النقطة المعلومة فإن هـ ط يكون مطلع القوس ϵ ط

∴ مجموع مطالعها = هـ ر + هـ ط = ط ر

ولنفرض أن Γ هو القطب ونصل Γ ح ليقطع Γ هـ - في نقطة ل .

عند خط الاستواء يكون القطب واقفاً على الأفق ويكون معدل النهار ماراً بسمت الرأس عمودياً على الأفق أي أنه في نفس شكل (٣٠) يقرم Γ ح ل مقام الأفق ويقوم Γ هـ - مقام مقام معدل النهار وبذلك تقوم نقطة Γ مقام نقطة هـ

∴ مطالع ح ر ، ح ط في خط الاستواء هي ل ر ، ل ط

ليكن ل ر + ل ط = ط ر

∴ مجموع المطالع في العرض = مجموع المطالع في خط الاستواء وهو المطلوب

(١) ف ، سا ، د : التقريب

(٢) سا ، د : مجزئة (٣) د : رووس

(٤) [فلنبين كيف تعرف مطالع ميل في غير الكرة المنتصبة وليكن ذلك التقرير لجزيرة رودس التي ذكرناها] : في هامش ف .

(٥) د : عرفنا

(٦) ب : وليكن

(٧) سا : Γ ح د

(٨) د : [و : \cup هـ]

(٩) ف ، سا ، د : [و : Δ هـ ح]

(١٠) [نصف دائرة الأفق ، Γ هـ ح نصف دائرة] : في هامش ف

(١١) د : ول Γ

(١٢) ف ، سا ، د : فلنطلب

(١٣) د : در

(١٤) د : هـ ح

مطالع (١) الحمل بجزيرة رودس (يطيب) (٢) فيكون الحوت (٣) إذن يطلع بمثله والميزان يتم الحوت (٤) مجموع مطالعها في الكرة المنتصبة والسنبلة للحمل وإذا أخذ خط ح ل للحمل (٥) والثور جميعا وعلم ما للحمل وحده علم (٦) ما للثور وحده وإنما يبقى حينئذ للثور (٧) (كبمو) وكذلك الدلو للحوت والأمد للسنبلة والعقرب للميزان ولما كان أطول ما يكون من النهار وأقصره معاوما بذلك العرض وهو بجزيرة (٨) رودس (يد) ساعة ونصف (٩) فيبين أن الأجزاء التي (١٠) من السرطان إلى القوس (١١) يرتفع (١٢) مع (ريزل) (١٣) زمانا والباقي وهو (قمل ل) (١٤) للنظف الباقي فيكون الربعان المكتنفان للنقطة الربيعية معلومي (١٥) المطالع وكل (١٦) واحد منها يطلع مع (غاية) (١٧) والربعان

لكن ل د = ارتفاع القطب عن الأفق ، د - ٩٠ = ل د ،
ل د = ٩٠ ميل نقطة ل ، ل م = ميل نقطة ل ، د = ٩٠
∴ يمكن معرفة قيمة ه م

لكن ح م = مطالع قوس ح ل في خط الإستواء
∴ يمكن معرفة قيمة ه م - ح م = ه ح وهو انظلم ب

- (١) سا ، د : غير موجود
 - (٢) سا : يط ب
 - (٣) د الجواب
 - (٤) ب : للحوت
 - (٥) [وإذا أخذ خط ح ل للحمل] : غير موجود في سا
 - (٦) [ما للحمل وحده علم] : في هامش ف
 - (٧) سا : للثور حينئذ
 - (٨) ب : بجزيرة
 - (٩) [يد ساعة ونصف] : في هامش ب ، ف
 - (١٠) ب : [النصف الذي - وفي ف : [النصف الذي] يشطوب ومكتوب بدلا منه
- [الأجزاء التي]

- (١١) د : مكرر
- (١٢) [يرتفع مع] : غير موجود في سا ، ويوجد بدلا منه [التي يخصها]
- (١٣) ب : ريز - وفي سا ، د : ل د
- (١٤) [وهو (قمل ل)] : غير موجود في سا ، د
- (١٥) ف ، سا ، د : الخزيفية .
- (١٦) ف ، سا ، د : كل
- (١٧) د : غاية

المكتشفان للنقطة الخريفية (١) مع (قحمة) (٢) فيظهر (٣) من ذلك كم يبقى للجوزاء (٤) والجدى وهى الأزمان الباقية فيكون لهما (كطير) (٥) ويبقى لكل من السرطان والقوس (لهيه) وهذا قانون يمكنك أن تستخرج به لما هو أقل من برج تمام (٦) «ر» ثم ذكر (٧) بطليموس ليبان ذلك وجها آخر أسهل وأحكم . قال ليكن أ ب ج د (٨) نصف النهار و : أ ه ج (٩) نصف دائرة المعدل و : ر ط ح نصف دائرة البروج و : ه على أفق ب ه د النقطة الربيعية ولنفسه ط قوسا معلومة ولنجز (١٠) عليها ك ط ينقطع بالأفق قطعة موازية لمعدل النهار وليكن ل قطب معدل النهار الجنوبي ولنجز ل ط م ، ل كن ربعين فمعلوم أن ه م مطالع ه ط فى خط الاستواء لأن الأفق فيها (١١) بعينه هو (١٢) خط (١٣) ل ط م بالقوة . وأما فى عرض هذا البلد فمطالعها مساوية لقوس م (١٤) من قبل أن ط ك مواز ل : من (١٥) وشبيهه (١٦) به لأنه فصلهما قوسان من القطب متشابهتان فإذا (١٧) كان شبيها به كان طلوعه معه لكن ط ك هى ما دار من الموازية من وقت ما كان ط على الأفق إلى أن صار ه على

(١) [والربيعان المكتشفان النقطة الخريفية] : غير موجود فى سا ، د ويوجد بدلا منه [والثلاث لآخريان] - وفى ف : العبارة الأولى موجودة والثانية فى الهامش .

(٢) ف : قحمة - وفى د : قح يه

(٣) فى هامش ب : [فبين أن الأجزاء التى من السرطان إلى القوس يخصها ريزل زمانا والباقي للنصف الباقي فيكون الربيعان المكتشفان للنقطة الخريفية معلومى المطالع كل واحد منها يطلع مع قحمة والذان للآخرى مع عا يه فيظهر] .

(٤) د : للجوزاء .

(٥) سا : ل ط - وفى د : كط .

(٦) سا : تام

(٧) سا : د كذ .

(٨) سا : ا ب ج د - وفى د : ا ب ج د دائرة .

(٩) سا : [ا ب ج د] .

(١٠) ف : غير واضح .

(١١) سا : قها .

(١٢) سا ، د : غير موجود .

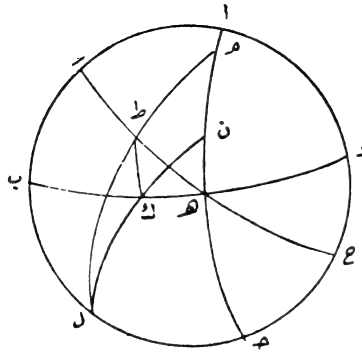
(١٣) سا : ح ط .

(١٤) سا : م يه .

(١٥) سا : موازى .

(١٦) سا : [ل : مد] .

(١٧) سا : وإذا .



شكل (٣٢)

الأفق فيكون هـ ن (١) هو فضل مطالع خط الاستواء على مطالع هذا العرض، وتد يغلط في هذا الشكل فيظن (٢) أن نقطة ط لما كانت على الأفق كانت نقطة م أيضا على الأفق وطلعتا (٣) معا أعني هـ ط ، هـ م وليس كذلك بل إنما يكونان معا على أفق خط الاستواء وأما هـ ن فإنما كان مع ط على أفق ب هـ نقطة أخرى بعدها من هـ بعدم من ن (*) فلنكتب شكلا مختصرا في (٤) هذا وليكن أ ب ج د دائرة نصف

(١) د : ح د .

(٢) ف ، سا ، د : الظن .

(٣) سا : وطلعتا .

(٤) الفرق بين مطالع خط الاستواء ومطالع العرض :

نفرض Γ ح د دائرة نصف النهار ، Δ ح د دائرة معدل النهار ، ب هـ الأفق ، ر ط ح البروج ولتكن نقطة الإستواء الربيعي على الأفق أي عند نقطة هـ تقاطع الأفق مع المعدل فإذا أخذنا القوس هـ ط من البروج فالمطلوب التفرقة بين مطالعها في خط الاستواء ومطالعها في العرض (شكل ٣٢) نفرض أن ل هـ القطب الجنوبي ونرسم القوس ل ط م لتقابل معدل النهار في نقطة م . مطالع هـ ط في خط الإستواء هـ القوس هـ م لأنه عند خط الإستواء يكون القطب على الأفق أي أن ل ط م هو الأفق فتكون نقطة ط طالعة ومعا نقطة م فإذا طلع هـ بأكمله طلع معه القوس هـ م .

أما لمعرفة مطالع هـ ط في العرض نرسم القوس ط ل هـ موازيا لمعدل النهار فيقطع الأفق في ل ثم نرسم القوس ل ل هـ ل ل يلاق المعدل في ن فيكون طلوع القوس هـ ط مصحوبا بطلوع القوس ط ل أي مصحوبا بزواوية ط ل ل هـ . لكن هذه الزاوية تقابل القوس م ن عند معدل النهار .

∴ مطالع هـ ط في العرض هـ القوس م ن .

والفرق بين مطالعها في خط الإستواء ومطالعها في العرض هـ القوس هـ ن .

(٤) ف ، سا ، د : من .

النهار في (١) عرض (٢) ما معلوم و : أ هـ من دائرة المعدل و : ب هـ نصف الأفق و : ر قطب جنوبي و : ح مجاز (٣) نقطة المنقاب الشتوي ولنخرج رح إلى ط (٤) ربع دائرة و : ك مجاز درجة أخرى ولنجز (٥) رك ل فنسبة جيب قوس ط ح إلى جيب قوس رح مؤلفة من نسبة جيب ط هـ إلى جيب هـ ل ومن (٦) جيب (٧) ل ك إلى جيب ك ر أما جيب ط ح فمعلوم لأنه جيب الميل كله فيبقى (٨) جيب ج ر (٩) معلوما وجيب ل ك (١٠) وهو ميل الدرجة معلوم و (١١) جيب ك ر وهو تمام الميل (١٢) معلوما وجيب هـ ط معلوم لأنه نصف فضل ما بين أقصر النهار وأطول و ذلك معلوم لنا من العرض المعلوم لأن العرض مساو لارتفاع القطب وقد بان أن ذلك يعلم إذا عرف (١٣) ارتفاع القطب يبقى جيب ل هـ معلوما ف : ل هـ (١٤) معلوم (١٥)

شکل (۳۳)

و : ل ه (١) هو التفاوت بين مطالعه في العرض ومطالعه في الاستواء وإذا أنقص (٢) من مطالعه (٣) في (٤) الاستواء علم (**). ورسم بطليموس جداول المطالع فرسم النصف الأول الطولاني للبروج والثاني لعشرات عشرات (٥) من أجزائها لأن ما دون ذلك لا يعتد باختلافه والجداول الثالث لدرج الأزمان ودقائقها والجداول الرابع لجميع الحمل (٦) من (٧) ابتداء الربيع (٨) فقد بان لك من جميع ما تقدم أنك (٩) إذا حسبت ربعا (١٠) واحدا (١١) أكفأك (١٢).

(١) [معلوم و : ل ه] : في هاش ف - وفي سا : [و : ل م]

(٢) ب ، سا ، د : نقص .

(٣) سا ، د : مطالع .

(٤) سا ، د : غير موجود .

(٥٥) تعيين المطالع في العرض :

نفرض **ا ب** - دائرة نصف النهار ، **ا هـ** - المعدل ، **ب و و** الأفق (شكل ٣٣) وليكن ر القطب الجنوبي ونقطة **ع** هي المنقلب الشتوى على الأفق ، **ل** نقطة أخرى على الأفق . نرسم القوسين **ر ع ط** ، **ر ل ط** ليقابلا المعدل في ط ، **ل** فيكون **هـ ل** هو الفرق بين مطالع **ل** في خط الاستواء ومطالعه في العرض .

والآن في الشكل القطاع **ر ط هـ ل** :

$$\frac{\text{ح ط ع}}{\text{ح ا ر ع}} = \frac{\text{ح ا ط هـ}}{\text{ح ا هـ ل}} \times \frac{\text{ح ا ل ل}}{\text{ح ا ل ر}} \quad (\text{نظرية ١٠})$$

لكن **ط ع** = الزاوية بين المنقلب الشتوى ومعدل النهار = الميل كله أو الميل الأعظم ، **ر ع** = ٩٠ - ط ح ، **ط هـ** = $\frac{1}{2}$ (أطول نهار - أقصر نهار) ، **ل ل** = ميل النقطة **ل** ، **ل ر** = ٩٠ - الميل .

∴ يمكن معرفة **هـ ل** وهو الفرق بين المطالع في خط الاستواء والمطالع في العرض .

∴ يمكن معرفة المطالع في العرض .

(٥) سا : لعشرات عشرات .

(٦) سا ، د : الحمل .

(٧) سا ، د : غير موجود .

(٨) د : الربيع .

(٩) د : افك .

(١٠) د : ربيع .

(١١) سا : غير موجود .

(١٢) سا : كفأك واقه الموفق .

فصل

في الأشياء الجزئية التي تعلم من المطالع (١)

ومما (٢) يعرف من المطالع أمر (٣) مقدار النهار والليل إذا عرف جزء الشمس أما النهار فبأن يحسب أزمان قوس النهار بحسب البلدان من جزء الشمس إلى الدرجة المقابلة لها وأما الليل فبالعكس فيكون (٤) كل خمسة عشر منها ساعة استوائية فإذا جمعناها وقسمناها على اثني عشر حصلت أزمان الساعات المعوجة وتعرف المعوجة بوجه آخر أسهل (٥) وهو أن نأخذ سدس (٦) تفاضل الحمل الموضوعة في جداول المطالع أما بالنهار (٧) فمن درجة الشمس وأما بالليل (٨) فمن المقابل لها فتريده على الأزمان الخمسة عشر للدرجة الشمالية وتنقصه للجنوبية (٩) وأعنى بتفاضل الحمل تفاضل الحمل (١٠) الموضوعة في الدائرة الموازية لمعدل النهار والحمل الموضوعة لها في الدائرة الموازية للإقليم (١١) وذلك لأن هذا التفاضل (١٢) هو بحسب ربع دائرة ويخص ست ساعات فإن كان المعلوم لنا هو الساعة المعوجة فإننا نضربها في أزمان ساعات ذلك النهار أو الليل فما حصل قسمناه على خمسة عشر وهو بعكس رد الاستوائية إلى المعوجة وأيضا إن كانت الساعة المعوجة معلومة استخرجنا منها (١٣) المطالع (١٤) بأن نجمع (١٥) أزمانها ونأخذ من درجة الشمس نهارا ومن مقابلتها (١٦) ليلا إلى آخرها (١٧) ونأخذ ما بجذاء

(١) [فصل في الأشياء الجزئية التي تعلم من المطالع] : غير موجود في سا ، د .

(٢) سا ، د : ما .

(٣) ب : غير موجود - وفي ف : في الهامش .

(٤) سا : ويكون . (٥) سا ، د : ليسهل .

(٦) د : س س . (٧) ف ، سا ، د : النهار .

(٨) ف ، سا ، د : الليل .

(٩) سا : الجنوبية .

(١٠) [تفاضل الحمل] : مكرر في د .

(١١) د : للإقليم .

(١٢) ف : الفاضل .

(١٣) سا ، د : منه .

(١٤) ف : المطالع .

(١٥) د : بجمع .

(١٦) سا : مقابلته - وفي د : مقابله .

(١٧) سا ، د : آخره .

تلك المطالع بحسب العروض على توالى البروج فحيث انتهينا فهو الطالع فإن أردنا درجة وسط السماء ضربنا الساعات المعوجة من بعد (١) نصف نهار اليوم الماضى إلى تلك الساعة فى عدد (٢) أزمانها (٣) يعنى الساعات النهارية فى الأزمان النهارية واليلية فى اليلية والخلط فى الخلط كل فى نظيره وتجمع الجميع إلى مطالع جزء الشمس (٤) ثم (٥) نلقى ذلك من الدرجة على توالى البروج بحسب مطالع الاستواء فما بلغ فهو درجة وسط السماء فوق الأرض فإن (٦) كان المعلوم الطالع وأردنا (٧) وسط السماء فوق الأرض (٨) أخذنا جملة العدد المكتوب بإزاء الطالع فننقص منه تسعين (٩) زمانا ونأخذ ما بإزاء الأزمان التى تبقى من مطالع خط الاستواء من درج البروج وإن كان المعلوم وسط السماء فإننا نزيد عليه على (١٠) ذلك الوجه تسعين (١١) زمانا ونأخذ ما بإزائه بحسب مطالع البلد ومن البين أن الساكنين تحت دائرة واحدة من دوائر نصف النهار فإن الساعات الاستوائية التى لبعد الشمس عن نصف نهارهم أو (١٢) نصف ليلهم متساوية والذين يسكنون فى دوائر نصف (١٣) النهار مختلفة فإن ذلك يختلف (١٤) عندهم بالتقديم والتأخير بمقدار الأجزاء بين دوائرهم من معدل أنهار .

(١) سا ، د : غير موجود .

(٢) د : هـ .

(٣) سا : أزمانهم .

(٤) [يعنى الساعات النهارية فى الأزمان النهارية واليلية فى اليلية والخلط فى الخلط كل فى نظيره

وتجمع الجميع إلى مطالع جزء الشمس] : فى هامش ب - وى سا ، د : غير موجود .

(٥) سا : غير موجود .

(٦) د : و ان .

(٧) د : فأردنا .

(٨) [فإن كان المعلوم الطالع وأردنا وسط السماء فوق الأرض] : غير موجود فى سا .

(٩) د : تسعين .

(١٠) ب : فى .

(١١) د : تسعين .

(١٢) ب : و .

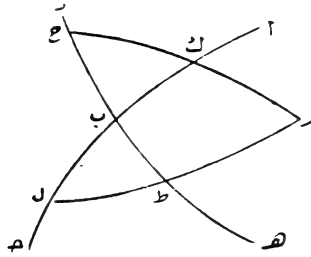
(١٣) سا : لنصف .

(١٤) د : مختلف .

فصل

في معرفة الزوايا التي تحدث من تقاطع دائرتي البروج ونصف النهار (١)

ثم شرع (٢) بعد ذلك في تبين (٣) حال (٤) الزوايا الواقعة بين دائرة البروج وبين (٥) دائرة نصف النهار فقال الزاوية القائمة في قسي (٦) الكرة هي التي يمكن أن توتر (٧) ربع دائرة من الكبار التي (٨) نقطة تلك الزاوية قطب لتلك الدائرة فيكون نسبة تلك الزاوية إلى أربع زوايا تحدث من تقاطع قسي كبار نسبة تلك القوس إلى دائرة هي أربعة (٩) أمثالها وهي دائرتها فتكون موتر (١٠) لتسعين جزءا والزوايا المطلوب قسمها (١١) ومقاديرها ها هنا هي الحادثة من تقاطع المائلة ونصف النهار ومن تقاطع المائلة والأفق ومن تقاطع المائلة ودائرة السمات الخارجة من سمت الرأس إلى الجزء المفروض وهذا البيان مع أنه نافع جدا فهو ضروري في بيان اختلاف المنظر للقمر قال: ولنجعل كلامنا في الزاوية الشرقية الشمالية من الزوايا الأربع (١٢) الحادثة



شكل (٣٤)

(١) [فصل في معرفة الزوايا التي تحدث من تقاطع دائرتي البروج ونصف النهار] : غير

موجود في سا ، د .

(٢) سا ، شرع .

(٣) د : تبين .

(٤) سا : حالة .

(٥) [دائرة البروج وبين] : غير موجود في د .

(٦) سا ، د : قسي .

(٧) ب ، ف : غير واضح - وفي سا : توتر - وفي د : يوتر .

(٨) د : والتي .

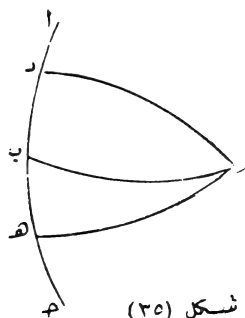
(٩) سا : أربع .

(١٠) ب ، ف : غير واضح - وفي سا : موتر .

(١١) ف : قسها - وفي د : قسها - وفي سا : قسمها .

(١٢) سا : الأربعة

ولنجعل (١) الابتداء منها (٢) مما يحدث من المائلة ودائرة نصف النهار للسهولة فأول البيانات (٣) أن كل نقطتين متساويتى البعد من إحدى (٤) نقطتي (٥) الاستواء فلأنهما يحدثان (٦) الزاويتين المذكورتين متساويتين (٧) فليكن أب ح من معدل النهار و : دب هـ (٨) من المائل و : ر (٩) قطب معدل النهار و : ب (١٠) النقطة الاستوائية و : ب ح و : ب ط متساويتان وقوسا رك ح ، ر ط ل (١١) من دائرتين لنصف النهار فلأن مثلثي ك ب ح ، ب ط ل (١٢) متساويا (١٣) الأضلاع على ما علم فمتشابهان (١٤) فزاوية ح (١٥) مثل نظيرتها (١٦)



-
- (١) سا : فلنجعل .
 - (٢) د : غير موجود .
 - (٣) سا : البيانات .
 - (٤) سا : غير موجود .
 - (٥) د : نقطة .
 - (٦) سا : يحلفان .
 - (٧) د : متساويتان .
 - (٨) د : [و : ح ب هـ] .
 - (٩) سا ، د : و .
 - (١٠) سا ، د : [و : ر] .
 - (١١) ف : ر ل ل .
 - (١٢) ف : ل ح ب ، ب ط ل .
 - (١٣) د : متساوى .
 - (١٤) سا : فيشابهان - وف : د : متشابهان .
 - (١٥) سا ، د : ح .
 - (١٦) د : نظيرتها .

ب ط ل (١) بل (٢) زاوية ر ط د (٣) المقاطعة (٤) (*) لها «ى» وأيضا ليكن أب ج من فلك البروج و : ب منقلب فنقول إن القوسين المتساويتين (٥) في البعد منه مثل (٦) ب ه ، ب د فالزاويتان الشرقيتان من جهة واحدة الواقعتان (٧) عليها من دائرة (٨) نصف (٩) النهار مساويتان (١٠) لقائمتين كزاويتي رد ب ، ر ه ج (١١) لأن ر ه ج (١٢) مساوية مع ر ه ب لقائمتين وزاويتا ر ه ب ، رد ب متساويتان (١٣) لأنها يوتران قوس (١٤) رد ، ر ه (١٥) وهما متساويتان (١٦) لأنها من القطب إلى نقطتين متساويتين

(١) سا : ل ط ، ب ل - وفى : د : ب ط رب - وفى : ف : ل ب ط

(٢) سا : غير موجود .

(٣) د : ر ط

(٤) سا : وهى المقاطعة .

(٥) نظرية (١٤) عند عبور نقطتين من دائرة البروج متساويتى البعد عن إحدى نقطتي الاعتدالين تكون الزاوية بين دائرة البروج ونصف النهار واحدة في الحالتين (مع مراعاة قياس الزاويتين في اتجاه واحد) .

البرهان : في شكل (٣٤) ا ب ح - معدل النهار ، د ب ه البروج حيث ب نقطة الإعتدال نأخذ نقطتي ح ، ط على البروج بحيث يكون ب ح = ب ط فإذا كان ر هو قطب معدل النهار فإن دائرة ر ح هى نصف النهار عند عبور نقطة ح ودائرة ر ط ل هى نصف النهار عند عبور نقطة ط والمطلوب إثبات أن $\hat{ر ح ب} = \hat{ر ط ه}$

حيث أن نقطتي ح ، ط متساويتى البعد عن نقطة الاعتدال .

∴ ميلهما متساويان ومطالعهما متساويان ∴ $\hat{ل ح} = \hat{ط ل}$ ، $\hat{ل ب} = \hat{ل ب}$

في المثلثين $\hat{ل ح ب}$ ، $\hat{ل ط ب}$: $\hat{ل ح} = \hat{ط ل}$ ، $\hat{ل ب} = \hat{ل ب}$ ، $\hat{ب} = \hat{ب}$ (فرضا) .

∴ المثلثان متساويان وينتج أن $\hat{ل ح ب} = \hat{ل ط ب}$ وهو المطلوب .

(٥) سا : د : المتساويتين .

(٦) سا : غير موجود .

(٧) د : الواقعتان .

(٨) سا ، د : دائرتين .

(٩) سا ، د : لنصف .

(١٠) د : متساويتان .

(١١) ف : رد ب ، د ه - وفى : سا ، د : رد ب ، ر ه ج .

(١٢) سا ، د : ر ه ج .

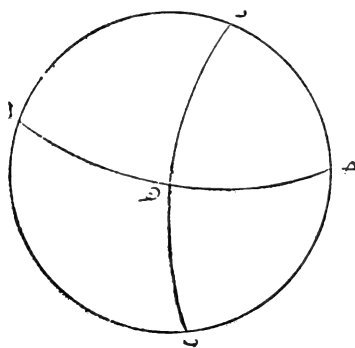
(١٣) سا : متساويتان لأن ح ر ه متساويتان - وفى : د : متساويتان لأن د ر ه متساويتان .

(١٤) سا ، د : قوس .

(١٥) سا : د ه .

(١٦) [يوتران قوسى رد ، ر ه وهما متساويتان] : في هاشم ب - وفى : سا ، د : متساويان

الميل فيها تماما ميل واحد. «يا» وأيضا فلتبين أن زاويتي المنقلبين عن نصف النهار قائمتان فليكن $اب$ $ح$ د لنصف النهار و: $أه$ $ح$ لنصف المائل و: $أ$ المنقلب الشئى ونجعل $أ$ (١) قطبا وندير دائرة (٢) $ده$ ب على بعد ضلع المربع ويكون قوس $ده$ ربع



شكل (٣٦)

(٥٥) نظرية (١٥) عند عبور نقطتين من دائرة البروج متساويتي البعد عن إحدى نقطتي الإنقلابين فإن مجموع الزاويتين بين البروج ونصف النهار يكون ١٨٠° (مع مراعاة قياس الزاويتين في اتجاه واحد).

البرهان في شكل (٣٥) ليكن $أب$ - دائرة البروج ونقطة $ب$ إحدى نقطتي الإنقلابين ولنأخذ نقطتي $د$ ، $هـ$ على البروج عن بعدين متساويين من نقطة $ب$ أي أن $د = ب$ $هـ$ - ولنفرض أن $د$ قطب معدل النهار فيكون $د$ نصف النهار عند عبور نقطة $د$ ، $هـ$ نصف النهار عند عبور نقطة $هـ$ وبكون زاويتا التقاطع (مع مراعاة الاتجاه) $هـ د هـ$ ، $د هـ د$.

والمطلوب إثبات أن $د هـ + هـ د = ١٨٠^\circ$

حيث أن نقطتي $د$ ، $هـ$ متساويتي البعد عن نقطة الإنقلاب.

∴ ميلها متساويان.

∴ $د د = هـ هـ = ٩٠$ - الميل

في المثلثين $د ب$ ، $هـ ب$: $د د = هـ هـ$ ، $د ب = هـ ب$ ، $ب$ مشترك.

∴ ينطبق المثلثان وينتج أن $د ب = هـ ب$

لكن $د هـ ب = ١٨٠ - د هـ - هـ د$ ∴ $د ب + د هـ = ١٨٠$ - وهو المطلوب

(١) $د$: ونجعلها.

(٢) $د$: غير موجود.

دائرة لأنه (١) يمر (٢) على قطبه وعلى قطب البروج دائرة أب ح د ف : دأه (٣)
 قائمة (*) وبذلك نعرف الزاوية الصيفية «يب» وليكن في مثل (٤) ذلك أب ح د لنصف
 النهار (٥) و : أه ح (٦) نصف (٧) دائرة معدل النهار (٨) و : أ ر ج (٩)
 نصف دائرة البروج و : أ الاستواء (١٠) الحزبي وعلى قطبه (١١) نصف دائرة
 برده (١٢) فلأن دائرة أب ح د تمر (١٣) على قطبي دائرة ب ه د وقطبي (١٤)
 دائرة أه ح فيكون أه ، ه د كل واحد على القطبين فيكون أه ، ه د كل
 واحد (١٥) منها ربع دائرة ف : ر هو المنقلب الشتوى و : ر ه معلوم فجميع ر د

(١) ف ، سا : لأنها .

(٢) ف ، سا : تمر .

(٣) سا ، د : [و ر ا ه] .

(٥) نظرية (١٦) : عند عبور إحدى نقطتي الانقلابين تكون زاوية بين دائرة البروج ودائرة
 نصف النهار قائمة .

البرهان في شكل (٣٦) ب ح د دائرة نصف النهار ، ا ه ح دائرة البروج حيث ا الانقلاب
 الشتوى في حالة عبور لدائرة نصف النهار .

والمطلوب إثبات أن زاوية ا = ٩٠°

نرسم القوس د ه و التي قطبها نقطة ا .

$$\therefore \angle د ه و = \angle ا د ه - \angle ا ب و = ٩٠^\circ$$

$$\therefore \angle د ه و = \angle د ه ا - \angle ب د ا = ٩٠^\circ$$

∴ نقطة ا أيضا قطب دائرة د ه و .

$$\therefore \angle د ه و = \angle د ا ه = ٩٠^\circ \therefore \text{نقطة د قطب البروج ا ه ح}$$

$$\therefore \angle ا = ٩٠^\circ \text{ وهو المطلوب .}$$

(٤) سا : ميل .

(٥) [ب ح د لنصف النهار] : غير موجود في د .

(٦) د : ا ه ح .

(٧) د : مكرر .

(٨) [ب ح د لنصف النهار و : ا ه ح نصف دائرة معدل النهار] : غير موجود في سا .

(٩) سا : ا ه ح - و د : ا ر ج

(١٠) ف : والاستواء .

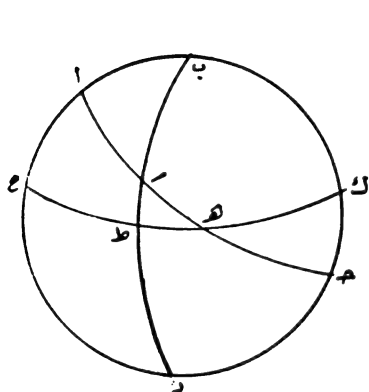
(١١) د : قطب .

(١٢) د : ب ا ه و

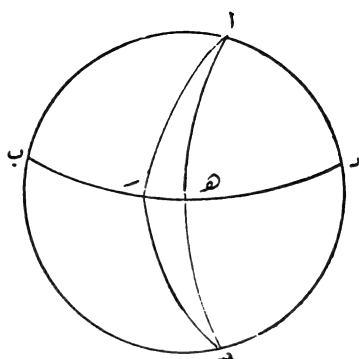
(١٣) سا : مرت .

(١٤) [ناثرة ب ه د وقطبي] : غير موجود في سا .

(١٥) [على القطبين فيكون ا ه ، ه د كل واحد] : في جاش ب .



شكل (٣٨)



شكل (٣٧)

معلوم ويوتر زاوية ر أ د فهي والباقية معلومة (١) (**). وأيضا فليكن (٢) في هذا الشكل ب رد نصف دائرة البروج و : ب ر السنبلة و : ر النقطة (٣) الخريفية و : أ ر هـ = نصف دائرة معدل النهار وعلى قطب أ (٤) نصف دائرة من الكبار وهي

(١) ب : المعلومة .

(٥٥) نظرية (١٧) عند عبور إحدى نقطتي الاستوائين تكون الزاوية بين دائرة البروج وبين دائرة نصف النهار = $90^\circ +$ الميل الأعظم أو $90^\circ -$ الميل الأعظم .

(لم يذكر ابن سينا نص النظرية صراحة وإنما بدأ البرهان مباشرة) .

البرهان : في شكل (٣٧) ليكن ب ر د دائرة نصف النهار ، هـ د دائرة معدل النهار ، ر هـ دائرة البروج حيث هـ نقطة الإستواء الخريفي عند العبور .

نرسم دائرة ب ر د هـ التي قطبها نقطة هـ .

∴ دائرة نصف النهار ب ر د تمر على قطبي دائرة ب هـ د وعلى قطبي دائرة معدل النهار هـ د

∴ قطبي ب ر د يقعان على دائرتي هـ د ، ب هـ د

∴ نقطة هـ هي أحد القطبين .

∴ ب ر د هـ د = 90° .

لكن ب ر د هـ د = 90° ونقطة هـ هي الاستواء الخريفي فتكون نقطة ر هي المنقلب الشتوي

∴ ر د هـ د = $90^\circ +$ الميل الأعظم .

∴ ر أ د = $90^\circ +$ الميل الأعظم ، ر ب هـ د = $90^\circ -$ الميل الأعظم وهو المطلوب

(٢) ف : في الخامس .

(٣) سا ، د : غير موجود .

(٤) هـ : غير موجود .

ك ه ط ح فقد مر أب ح د (١) على قطبي دائرتي أ ر ح ، ك ط ح (٢) وكل واحد من (٣) أ ح ، ه ح (٤) ربع دائرة و : أ ه لا محالة ربع دائرة (٥) فيكون (٦) نسبة جيب ب أ إلى جيب أ ح وهما معلومان مؤلفة من نسبة جيب ب ر (٧) إلى جيب ر ط (٨) ومن نسبة (٩) جيب (١٠) ه ط إلى جيب ه ح ، ب ر النسبة معلوم والطالع وهو ط معلوم (١١) ف : ر ط معلوم و : ه ح الربع (١٢) معلوم ف : ه ط (١٣) وهو المطلوب معلوم ، ه ك معلوم فجميع ك ه ط معلوم فزاوية ك ب ط معلومة (*)

(١) د : ا ب ح د .

(٢) ف : ا ر د ، ا ط ح .

(٣) [وكل واحد من] : غير موجود في س ا ، د .

(٤) ف : ا ح ، ه - و في س ا ، د : [ف : ا ح ، ه ح] .

(٥) [و : ا ه لا محالة ربع دائرة] : غير موجود في س ه ا .

(٦) س ا ، د : ولتكن .

(٧) د : ب ي ب .

(٨) د : ب ي ط .

(٩) [ومن نسبة] : غير موجود في س ا ، د .

(١٠) س ا ، د : وجيب .

(١١) [والطالع وهو ط معلوم] : في هامش ب ، ف

(١٢) س ا : الرابع .

(١٣) ب : [و : ه ط]

(٥) تعيين الزاوية بين دائرة البروج ونصف النهار عند عبور نقطة معينة من البروج :

في شكل (٣٨) ليكن ا ب - د دائرة نصف النهار ، ب ر د دائرة البروج ، ا ر ه - مدبل

النهار حيث نقطة ر الإستواء الخريفي وليكن ب و برج النسبة عند عبور أول البرج وهو نقطة ب والمطلوب تعيين زاوية - ب ر .

نرسم الدائرة ا ب ه ط ح التي قتلها نقطة ا .

• دائرة ا ب - د تمر على قطبي دائرة ا ر - و وقطبي دائرة ا ب ه ط ح .

• ا ب - ه - و - ٩٠

في الشكل القطاع ح ب ر ه ح :

$$\frac{\text{س ا ب}}{\text{س ا ح}} = \frac{\text{س ا ب ر}}{\text{س ا ر ط}} \times \frac{\text{س ا ه و ط}}{\text{س ا ه ح}} \quad (\text{نظرية ١٠})$$

لكن ب ا - ميل نقطة ب ، ا ب - ٩٠ : ب ر - ٣٠ ، ه و - ٩٠

وبما أن الطالع ط معلوم • ر ط معلوم

• يمكن معرفة ه ط أي نعرف القوس ا ب ه ط

أي أن ا ب ه ط تصبح معلومة وهو المطلوب

وهي المطلوب (١) ويكون زاوية العقرب معلومة وزاويتنا (٢) الثور والحويت الباقيتان (٣) عن قائمتين معلومتين وأيضا إن أنزل (٤) رب (٥) أجزاء أخرى من النقطة الخريفية (٦) علمت الزاوية وعلم مقابلها في الجهة الأخرى من النقطة (٧) ومقابلها (٨) من جهة المنقلب فعلت الزوايا كلها .

فصل

في معرفة الزوايا التي تحدث من تقاطع دائرتي البروج والأفق (٩)

أما الزوايا الحادثة عن المائل وأفق (١٠) الاستواء فبين (١١) أنها تكون كالتي عن المائل ونصف النهار ، وأما التي في العروض (١٢) فنقول إن الزاوية التي تحدث عن الأفق وقوس من المائل لها بعد محدود من نقطة استوائية (١٣) والقوس طالعة مساوية لنظيرتها التي تحدث عن الأفق وقوس من المائل (١٤) لها ذلك البعد عن تلك النقطة بعينها والقوس (١٥) تحت الأرض «يد» فليكن أ ب ح د لنصف النهار

وبالمثل لو اعتبرنا نقطة ب أي درجة أخرى من درجات البروج يمكننا معرفة الزاوية المطلوبة .

(١) د : المطلوبة .

(٢) ب ، د : زاويتي .

(٣) ب ، د : الباقيتين .

(٤) سا : لم يزل

(٥) [أنزل رب] : غير واضح في ف .

(٦) سا ، د : غير موجود .

(٧) سا : النقطة .

(٨) سا ، د : ومقابلة .

(٩) [فصل في معرفة الزوايا التي تحدث من تقاطع دائرتي البروج والأفق] : غير موجود

في سا ، د .

(١٠) د : واقف .

(١١) ب ، سا ، د : فبين .

(١٢) سا ، د : العرض .

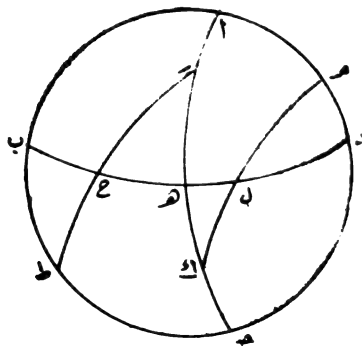
(١٣) د : استوائية .

(١٤) [بعد محدود من نقطة استوائية والقوس طالعة مساوية لنظيرتها التي تحدث عن الأفق وقوس

المائل : مكررة في هامش ف

(١٥) د : فالقوس .

و : أ هـ - معدل النهار و : ب هـ - الأفق و : م ل ك (١) قوس من المائل فوقانية (٢)
و : ر ح ط أخرى تحتانية (٣) مساوية له (٤) و : ر نقطة الاستواء (٥)
الخرقني (٦) طالعة و : ك هـ هي بعينها تحت الأرض فنقول إن زوايا (٧)
هـ ح ر ، هـ ل ك متساويتان (٨) وذلك لأنه قد تبين أن مثلثي هـ ل ك ، ر هـ ح (٩)

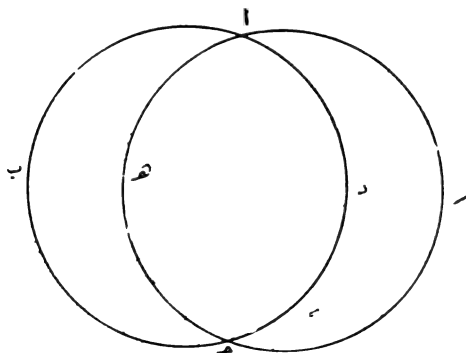


شكل (٣٩)

متساويا (١٠) الأضلاع والزوايا وأنه (١١) لا خلاف بين أن يجعل (١٢) قوس (١٣)

- (١) د : [و : م ل ك د] .
- (٢) سا : غير واضح .
- (٣) سا : غير واضح .
- (٤) ب : ما - وفي د : ل .
- (٥) ف : الإسنائية .
- (٦) ف : الخريفية .
- (٧) د : زوايا هـ ح ر ، م ل د متساويان لأن
- (٨) [أن زوايا هـ ح ر ، هـ ل ك متساويتان] : مكر في سا .
- (٩) ب : هـ ل ك : هـ ح ر .
- (١٠) د : متساوي .
- (١١) ب : وان .
- (١٢) سا : نجم
- (١٣) ب : غير موجود - وفي ف : في الملائم

هـ ك قوسا غير قوس هـ ر بل مساوية لها وبين أن يجعلها (١) هي بعينها غاربة (٢) (*) .
 وبه ، وأيضا كل نقطتين متقابلتين (٣) من المائل مع الأفق فالزاوية (٤) الشرقية
 والغربية التي تقابلها (٥) من تحت مساويتان لقائمتين فليكن دائرة الأفق أب ح د (٦)
 ودائرة المائل أ هـ جر (٧) ويتقاطعان على أ ، ح (٨) فلأن. زاويتي رأ د، دأ هـ



شكل (٤٠)

مثل (٩) قائمتين و : ر ح د مساو ل : رأ د فزاويتا دأ هـ ، د جر منه (١٠) معادلتن

(١) سا : فـهـلها

(٢) د : غازية - ر فـي ف : غير واضح

(٥) نظرية (١٨) إذا أخذنا قوسين متساويين من دائرة البروج على جانبي إحدى نقطتي الاعتدالين
 فإن الزاوية بين الأفق وبين أحد القوسين عندما يكون فوق الأفق تساوى الزاوية بين الأفق وبين القوس
 الأخرى عندما يكون تحت الأفق

البرهان : في شكل (٣٩) ليكن ب - د دائرة نصف النهار ، ب - هـ دائرة معدل النهار ،
 ب هـ د الأفق ، ر ح أحد القوسين فوق الأفق ، ل لـ القوس الأخرى تحت الأفق

وليكن هذان القوسان على جانبي إحدى نقطتي الاعتدالين (الإعتدال الخريفى مثلا) ويمثلها نقطة لـ
 تحت الأفق ونقطة ر فوق الأفق

في المثلثين ر ح هـ ، لـ لـ هـ : ر ح - لـ لـ (فرضا) ، لـ هـ - هـ ح -
 سمة المشرق ، ر هـ - لـ لـ (المطلع)

∴ ينطبق المثلثان وينتج أن $\hat{ل} = \hat{ل}$ وهو المطلوب

ملحوظة البرهان في المخطوط غير واضح

(٣) سا : مقابلتين - و فـي د : غير واضح

(٤) ف ، سا : بالزاوية (٥) د يقابلها

(٦) في هامش ف : ب هـ - ر

(٧) ب : [و : ب هـ - ر المائل] بدلا من [و دائرة المائل ب هـ - ر]

(٨) ف ، سا ، د : ب هـ ، ح

(٩) سا : غير موجود (١٠) سا : غير موجود

لقائمتين (**) وإذ (١) كانت الزوايا التي تكون عند نقط (٢) متساوية البعد عن (٣) الاستواء وعند أفق (٤) واحد (٥) طالعة وغاربة واحدة (٦) متساوية فالزاوية الشرقية والغربية مجموعتين (٧) من كل نقطتين متساويتى (٨) البعد عن انقلاب واحد مساويتان لقائمتين وأعنى بالزاوية الشرقية الشمالية التي في جهة المشرق والغربية الشمالية التي في جهة المغرب فإذا علمت الشرقية علمت الغربية لأنها ما بقى بعد قائمتين وقد يمكنك أن تفهمها (٩) من أشكال أول (١٠) هذا الباب فإن نقطة ح تحدد (١١) بعدا (١٢) من المنقلب بحده (١٣) نقطة ل بعينها وكانت زاوية رح هـ (١٤) مثل زاوية هـ ل ك تبقى دل ك (١٥) الغربية مع رح هـ (١٦) مثل قائمتين إذ (١٧) كانت

(***) نظرية (١٩) : عند نقطتي تقاطع دائرة البروج مع الأفق يكون :

زاوية التقاطع عند إحداها مقياسة فوق الأفق + زاوية التقاطع عند الأخرى مقياسة تحت الأفق = ١٨٠°
البرهان : في شكل (٤٠) ليكن ا ب ج د الأفق ، ا هـ ج ر البروج ، ونقطتي التقاطع هما

هـ ، ا

$$\begin{aligned} & \text{والمطلوب إثبات أن } \angle د ا هـ + \angle د ا ر = ١٨٠^\circ \\ & \text{ر ا د + د ا هـ = } ١٨٠^\circ \quad \text{لكن ر ا د = د ا ر} \\ & \therefore \text{ر ا د + د ا هـ = } ١٨٠^\circ \quad \text{وهو المطلوب} \end{aligned}$$

(١) ف ، سا ، د : وإن

(٢) ف ، سا ، د : نقطة

(٣) د : عند

(٤) [وعند أفق] : غير موجود في سا

(٥) سا أو أحد

(٦) سا : واحد

(٧) ب : مجموعتان - وفي سا : مجموعتين

(٨) د : متساوية

(٩) ف ، د : تفهمها

(١٠) د غير موجود

(١١) سا بعد

(١٢) سا : بعد ا

(١٣) ف : غير واضح - وفي سا : بحده

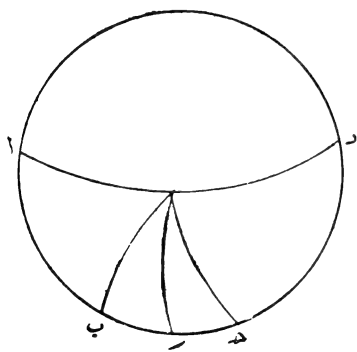
(١٤) ف : ب - هـ - وفي د : ر هـ -

(١٥) سا ، ف : م ل ل - وفي د : ب ل ل

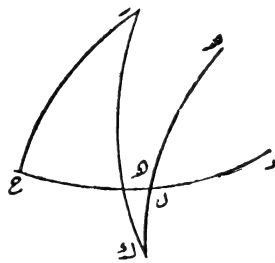
(١٦) ف : ر هـ ج - وفي سا : ر هـ

(١٧) ا : إذا

مع هـ لك^(١) مثل قائمتين (***) . «يو» فلنرسم حيث يكون ارتفاع (٢) القطب (٣) لو (٤) دائرة أب ح لنصف النهار و : أ هـ د شرق الأفق و : هـ ر ربع معدل النهار و : ب هـ ربع المائل على أن هـ النقطة الخريفية و : ح د (٥) ربع المائل على أن هـ النقطة الربيعية فتكون (٦) ج الشتوية و : ب الصيفية وقوس در معلومة (٧)



شکل (۴۲)



شکل (۲۱)

(۱) ل : م ل

(•••) نظرية (٢٠) عند شروق أو غروب نقطتين متساويتى البعد عن إحدى نقطتي الاعتدالين يكون مجموع زاويتي تقاطع البروج مع الأفق = 180° باعتبار إحدى الزاويتين فوق الأفق والأخرى تحت الأفق وفي نفس الاتجاه

البرهان : في شكل (٤١) ليكن $د$ هو الأفق ، ونقطتا $ح$ و $ل$ متساويتا البعد عن نقطة الاعتدال ، ولتكن $ع$ نقطة الاعتدال عندما كانت $ح$ على الأفق ، و نفس النقطة عندما كانت $ل$ على الأفق

والمطلوب إثبات أن $r^A = r^B + d^A - d^B = 180^\circ$

من نظرية (١٨) وجدنا أن $\hat{r} = \hat{c} - \hat{m} - \hat{l}$

لكن $\hat{J} = 0$ - د \hat{J} لے

∴ $r_c^A + d \hat{r}_L^A = 180^\circ$ وهو المطلوب

(٢) ف في الهامش

(٣) سا ، د : [المقطب ارتفاع] بدلا من [ارتفاع القطب]

(۴) د : کو

(۵) ف ، سا ، د : د ح

(۶) سا ، د : فیکون

(۷) ۴ ، ۵ : معلوم

لأنها (١) ما تبقى (٢) بعد طرح (٣) ارتفاع القطب و : حر ، ب ر (٤) معاومان
لأنها غاية الميل ف : ح د معلوم و : ب د (٥) معلوم (٦) و : ه قطب نصف (٧)
النهار فهذه الزوايا الواقعة عنده (٨) كلها معلومة فزاوريتا (٩) مبدأ الميزان والحمل
معلومتان (١٠) (*) ويرى ولتطلب مثلاً أن نعلم زاوية (١١) النور الشرقية وليكن أب ح د
دائرة نصف النهار (١٢) وليكن ب ه د نصف الأفق الشرق و : أ ه > (١٣) نصف
دائرة البروج وليكن ه أول النور وقد تبين في هذا الإقليم وهذا المطلع على ما نعلمه (١٤)
أن الوند الأرضي يكون (١٥) يرما (١٦) من السرطان فقوس ه > (١٧) إذن

(١) ب ، سا ، د : لأنه

(٢) سا مايتق (٣) سا : في الهاش

(٤) ف ، د : [و : ح ر ، ب ر] - وفي سا [و : ح ر ، ب ر]

(٥) ف : [و : ب ل]

(٦) [و : ب د معلوم] : غير موجود في سا

(٧) سا : غير موجود (٨) سا ، د : عند ه

(٩) ف ، سا ، د : فزوايا

(١٠) سا ، د : معلومان - وفي ف : معلومات وفي الهاش (معلومة)

(١١) تبين الزاوية بين البروج والأفق عند شروق أو غروب إحدى نقطتي الاعتدالين

نفرض (ب) ح د نصف النهار ، ا ه د الأفق حيث ه إحدى نقطتي الاعتدالين ، ه ر معدل
النهار (شكل ٤٢) . وليكن ه ب البروج إذا كانت ه الاعتدال الأخرى فتكون نقطة ب المنقلب
الصيفي . وليكن ه ح البروج إذا كانت ه الاعتدال الربيعي فتكون نقطة ح المنقلب الشتوي . والمطلوب
تعيين زاويتي ه د ، د ه

البرهان : قوس در = الزاوية بين معدل النهار وبين الأفق = ٩٠ - العرض

، ح ر = ب ر = الميل الأعظم

∴ ح د = در - ح ر = ٩٠ - العرض - الميل الأعظم

، ب د = در + ح ر = ٩٠ - العرض + الميل الأعظم

وحيث أن ه قطب نصف النهار

∴ ح د = ح ر = ه د ، ب د = ب ر = ه د وهو المطلوب

(١١) سا أن زاوية

(١٢) د غير موجود

(١٣) سا ، د : [و : ا ه د] - وفي ف : غير واضح

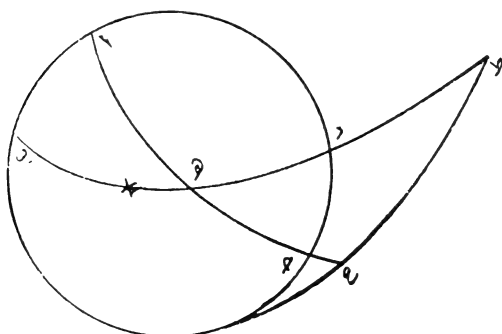
(١٤) سا ما تعلمه

(١٥) سا غير موجود

(١٦) سا يرما - وفي د : فرما

(١٧) ف ، سا ، د : ه د

أقل من الربع فلنعمل على قطب ه (١) ويبعد (٢) ضلع المربع وهو ه ر قطعة ط ح ر (٣) ولننتمم (٤) ه ج ح ربع دائرة فيكون قوسا د ج ر : ط ح ر ربعين إذ أفق به ط يمر بقطبي ر ج د . رح ط (٥) لأن ه قطب رح ط ثم دائرة الأفق مارة على قطب دائرة نصف النهار كما أن دائرة نصف النهار مارة على قطب الأفق لا محالة فيكون قطب ر ج د على أفق ب ه د وميل ج عن معدل النهار معلوم وبعد معدل النهار عن نقطة ر وهي سمت الرجل معلوم فمجموعهما وهو ج ر (٦) معلوم فالباقى وهو ج د (٧) معلوم . وأيضا (٨) نقطة (٩) ح وهي على تسعين جزءا (١٠) من ه (١١) معلومة وبعدها عن معدل النهار معلوم وبعد (١٢) معدل النهار عن ر معلوم لأن ارتفاع القطب معلوم (١٣) و : ر قطب الأفق من تحت (١٤) وهي سمت



(شكل ٤٣)

-
- (١) د قطب ه
(٢) سا : د : ط ح
(٣) سا : د : ر ح ط
(٤) د : وإيم
(٥) سا : د : ر ح ط
(٦) [عن معدل النهار معلوم وبعد معدل النهار عن نقطة ر وهي سمت الرجل معلوم فمجموعهما وهو ج ر] : غير موجود في سا : د
(٧) ف : سا : د : ر
(٨) سا : د : [وأيضا ارتفاع القطب معلوم فيبدل من الأفق معلوم] .
(٩) د : ونقطة - وفي سا : ونقطة ونقطة .
(١٠) سا : د : غير موجود .
(١١) سا : [مره] بدلا من [من ه] .
(١٢) سا : د : فيبدل .
(١٣) [لأن ارتفاع القطب معلوم] : في هاشب .
(١٤) د : كب .

الرجل يبقى (١) قوس رح معلومة (٢). فقوس رح معلومة تبقى قوس ح ط معلومة (٣) ونسبة جيب هـ د إلى جيب د ط مؤلفة من نسبة جيب هـ ح إلى جيب ح (٤) ومن (٥) نسبة (٦) جيب (٧) رح إلى جيب ر ط لكن قوس هـ د (٨) هي ما تبقى (٩) من الربع بعد طرح سعة المشرق (١٠) وهي (١١) قوس الأفق لأول (١٢) الثور بالبلدو : د ط تمام تسعين منه و : هـ ح ، جح (١٣) معلومان و : ر ط معلوم فيصير رح معلوما (١٤) فيبقى ح ط (١٥) معلوما وذلك بالجنوب فتصير زاوية ج هـ ط (١٦) معلومة (*).

-
- (١) [وهي سمت الرجل يبقى] : في هامش ف .
 (٢) [وهي سمت الرجل يبقى قوس رح معلومة] : في هامش ب .
 (٣) [فقوس رح معلومة تبقى قوس ح ط معلومة] : غير موجود في ف ، سا ، د .
 (٤) ف : ر ح - وفي سا ، د : د ح .
 (٥) سا ، د : غير موجود .
 (٦) سا ، د : ونسبة .
 (٧) سا : غير موجود .
 (٨) سا : ح د ، هـ د .
 (٩) سا : هو ما يبقى - وفي د : وهو ما يبقى .
 (١٠) سا ، د : المشرق الدرجة .
 (١١) سا ، د : وهو .
 (١٢) د : لأن .
 (١٣) د : [و : هـ ح ، د ح] .
 (١٤) [فيصير رح معلوما] : غير موجود في سا ، د .
 (١٥) سا ، د : ح ط .
 (١٦) ف - ح هـ د .

(•) تعيين الزاوية بين البروج والأفق عند شروق أو غروب نقطة معينة من البروج
 نفرض α - نصف النهار ، β - د الأفق ، γ - البروج حيث θ أي نقطة على البروج
 ولكن أول برج الثور مثلا . والمطلوب معرفة زاوية γ - هـ د .
 البرهان : حيث أن θ ليست إحدى نقطتي الاعتدالين فهي ليست في اتجاه الشرق تماما أو الغرب . اما
 $\alpha \neq \theta \neq \beta$ وليكن $\theta > 90$.
 نرسم قوسا قطبه نقطة θ ليقطع دائرة نصف النهار في نقطة ر و امتداد γ حتى ح و امتداد الأفق
 β هـ د في ط .

• قطب الأفق β هـ د يقع على نصف النهار α - د ، $\alpha \neq \theta \neq \beta$.
 • ر قطب الأفق وهو هنا سمت الرجل أي أن ر ط = د - ر = 90 .
 • بمد θ عن نقطة الاعتدال معروفة .
 • نعلم القوس بين نقطة الاعتدال والأفق في اتجاه معدل النهار

فصل

في معرفة الزوايا الحادثة من تقاطع دائرة البروج

والدائرة المارة بقطبي الأفق^(١)

وفي (٢) بيان مقادير هذه الزوايا يتبين (٣) مقادير القسي الكائنة من الدائرة المارة بقطبي الأفق التي (٤) بين سمت الرأس وبين (٥) تقاطع هذه الدائرة والدائرة (٦) المائلة (٧) كما ترى عن قريب . ويصح « ونقول (٨) كل قوسين متساويين (٩) البعد عن انقلاب واحد متساويين (١٠) الزمان أي متساويين (١١)

∴ نعرف القوس بين نقطة الاعتدال ودائرة نصف النهار .

∴ يمكن معرفة ميل النقطة = وكذلك هـ

لكن بعد نقطة ر عن مدخل النهار معلوم = العرض

∴ ح = ر معلوم ∴ د = ٩٠ - ح = ر معلوم

وبالمثل نقطة ح تيمد ٩٠° عن نقطة هـ ∴ بعدها عن مدخل النهار معلوم

∴ ∴ بعد ر عن مدخل النهار معلوم ∴ ح ر يصبح معلوما .

والآن في الشكل القطع ط ر ح هـ ط :

$$\frac{\text{ح هـ د}}{\text{ح ا د ط}} = \frac{\text{ح ا هـ ح}}{\text{ح ا ح ط}} \times \frac{\text{ح ا ر ح}}{\text{ح ا ر ط}} \quad (\text{نظرية ١٠})$$

لكن هـ د = ٩٠ - سمة المشرق ، د ط = ٩٠ - هـ د ، هـ ح = معلوم ،

ح = ٩٠ - هـ ح ، ر ط = ٩٠

∴ يصبح ر ح معلوما ∴ ح ط = ٩٠ - ر ح معلوم

∴ ح هـ ط معلومة وهي نفسها هـ د وهو المطلوب

(١) [فصل في معرفة الزوايا الحادثة من تقاطع دائرة البروج والدائرة المارة بقطبي الأفق] :

غير موجود في س ، د .

(٢) ب : ومن .

(٣) ف : بين - وفي ب ، د : بيان .

(٤) ب : فيا .

(٥) ف : في الماشن - وفي ب : و .

(٦) س ، د : غير موجود .

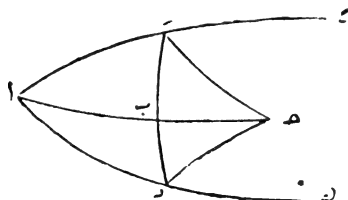
(٧) س ، د : والمائلة . (٨) س : فنقول .

(٩) ف : متساوي .

(١٠) ف ، د : متساوي .

(١١) د : لتساوي .

القوسين الموازيين (١) المرتسمين (٢) بحركتهما من النقطتين على جنبي نصف
النهار شرقاً وغرباً (٣) فالزاويتان (٤) اللتان من جهة واحدة معادللتان (٥) لقائمتين
وقوسا سمت إليهما متساويتان فليكن أ ب ح (٦) من نصف النهار و : ب نقطة
سمت الرأس و : ج قطب معدل النهار وقطعتا أ د هـ ، أ ر ح (٧) من (٨) انقلاب
واحد وهو من انقلاب أ و : ر ، د متساويتا (٩) البعد عن انقلاب أ ب من قطب
جوزمان ممر أ ر ، أ د واحد وقوسا ج ر ، ج د من قطب معدل النهار و : ب د ، ب ر
من سمت الرأس (١٠) فلأن أ ر ، أ د (١١) متساويان (١٢) فزاويتا ج متساويتان وضلعا



تشكيد (١٢٢)

رج، ب ج (١٣) متساويان لضلعي د ج ، جب (١٤) فقاعدتار ب ، ب د متساويتان والزوايا

-
- (١) سا ، د : المتوازيين .
 - (٢) د : المرتسمين .
 - (٣) [أى متساويين القوسين الموازيين المرتسمين بحركتهما من النقطتين على جنبي نصف النهار شرقاً وغرباً] : في هاشم ب ، ف .
 - (٤) سا : والزاويتان .
 - (٥) د : معادللتان من واحدة معادللتان .
 - (٦) ف : أ ب ح - وقى سا : أ د .
 - (٧) د : [أ ، هـ ، ا ب ، ا د ح] .
 - (٨) سا ، د : : غير موجود .
 - (٩) ف : متساويا - وقى سا ، د : متساوي .
 - (١٠) د : الرأس متساويان .
 - (١١) [فلأن أ ر ، ا د] : غير موجود في سا .
 - (١٢) ب ، سا : متساويتان .
 - (١٣) د : رج .
 - (١٤) ف : ح د ، ح - وقى د : ح د ، د .

المناظرة متساوية وقد تبين فيما (١) مضى أن ج د هـ ، ج ر أ (٢) معادلان لقائمتين ولكن ب د ج مثل ج ر ب (٣) نحصل (٤) ب ر أ ، ب د هـ (٥) معادلان (٦) لقائمتين وذلك ما أردنا أن نبين (*) «بط» وأيضا كل نقطة (٧) من دائرة (٨) البروج تكون تارة شرقية عن (٩) نصف (١٠) النهار (١١) وتارة غربية يبعد سواء وأزمان سواء

(١) ف ، سا : بما - وقى د : ما .

(٢) سا : ح ر .

(٣) سا : ح ر ق .

(٤) سا : يحصل .

(٥) ف : در أ ، ب د هـ - وقى سا : در ، ب ، د هـ .

(٦) ف سا ، د : معادلين .

(٥) نظرية (٢٠) : إذا أخذنا نقطتين من دائرة البروج هل يعدين متساويين من إحدى نقطتي الانقلابين فإن مجموع الزاويتين الحادثتين بين البروج وبين الدائرتين المائتين بالنقطتين وسمت الرأس = ١٨٠° إذا قيست الزاويتان في اتجاه واحد .

البرهان : برهن ابن سينا هذه النظرية في حالة خاصة عندما اعتبر نقطة الانقلاب في حالة عبور لدائرة نصف النهار . في شكل (٤٤) أخذ أ ب - دائرة نصف النهار حيث أ نقطة الانقلاب ، ب سمت الرأس ، - قلب معدل النهار ، ثم اعتبر أ ر ج ، د هـ جزءي البروج على جانبي نصف النهار حيث أ ر = ب د .

والمطلوب إثبات أن أ ر أ + ب د هـ = ١٨٠°

∴ أ ر = ب د ∴ ميلا نقطتي ر ، د متساويان ∴ ر - ر = د - د

وكذلك زمن مر أ ر = زمن مر ب د ∴ أ ر = ب د

∴ ينطبق المثلثان أ ر - ب د وينتج أن

أ ر - ب د ، أ ر - ب د

لكن د هـ - ب ر + أ ر = ١٨٠° (نظرية ١٩)

∴ د هـ - ب ر + أ ر + ب د = ١٨٠°

∴ د هـ - ب ر + ب د + أ ر = ١٨٠°

∴ أ ر + ب د + د هـ = ١٨٠° وهو المطلوب

(٧) سا ، د : نقطتين

(٨) سا ، د : غير موجود

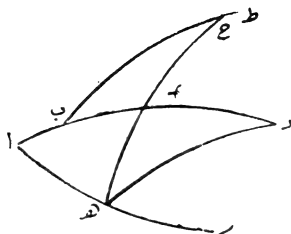
(٩) ف ، سا ، د : من

(١٠) سا : غير موجود

(١١) [من النهار] : بين القطرين في سا

فالقوسان (١) العظيمتان (٢) من سمت الرأس إليها سواء ومجموع زاويتي القوسين الشرقية الموصوفة والغربية (٣) التي تبادلها إلى جنوب المغرب (٤) مساو لضعف الزاوية الحادثة من (٥) النقطة عند نصف النهار إن كانت (٦) النقطتان المتوسطتان للسماء في الوقتين (٧) جميعا عن سمت الرأس شماليين (٨) أو جنوبيين (٩) ولنقولها (١٠) جنوبيين (١١) وليكن أ ب حد قطعة نصف النهار و : ح سمت الرأس و : د قطب معدل النهار وليكن أ ه ر ، ب ح ط قطعتين (١٢) من المائل ونقطتا (١٣) ه ، ح (١٤) تلك النقطة شرقية وغربية ولنخرج إليها من ح ، د (١٥) سمت الرأس والقطب قسما ج ه ، ج ح ، د ه ، د ح (١٦) ويدين (١٧) بمثل ما مضى أن مثلي د ح ج ، د ح ه (١٨) متساويا (١٩) الزاويا (٢٠) والأضلاع بتساوي (٢١) زاويتي د و مساواة د ه ل : د ح فيكون قاعدتا قوسى السمات وهما ج ه ، ج ح متساويتين (٢٢)

-
- (١) سا : والقوسان
(٢) سا : العظمان - وف : د : العظمان .
(٣) د : غير واضح .
(٤) سا ، د : المغرب التي تبادلها .
(٥) ف ، سا ، د : من .
(٦) ف ، سا : كانتا .
(٧) [النقطتان المتوسطتان للسماء في الوقتين] : غير موجود في سا .
(٨) سا : شماليين .
(٩) سا : أو جنوبيين .
(١٠) سا : ولنزلها - وف : د : ولنزين .
(١١) سا : جنوبيتين - وف : د : غير واضح .
(١٢) سا ، د : قطعتان .
(١٣) سا : غير موجود .
(١٤) سا : [و : ه ، ح]
(١٥) [ح ، د] : غير موجود في سا ، د - وف : ف : غير واضح .
(١٦) ف : ح ه ، ح ح ، د ط ، د ح
(١٧) سا : بين - وف : د : وبين .
(١٨) سا ، د : د ح ح ، د ح ه
(١٩) د : متساويان .
(٢٠) د : غير موجود .
(٢١) سا ، د : لتساوى .
(٢٢) ب ، د : متساويتان .



شكل (٤٥)

وأقول (١) إن زاويتي ج هـ ر ، ج ح ب (٢) مساويتان (٣) لضعف د هـ الكائنة من نصف النهار لأن زاويتي د هـ ر ، د ح ب اللتين من تقاطع فلك البروج ونصف النهار على نقطة واحدة متساويتان وزاوية د هـ ح مثل زاوية د ح ج فزاويتنا د هـ ح ، ج ح ب (٤) مثل زاوية د هـ ر فإذا أضيفتا (٥) إلى د هـ ر حتى صار ج هـ ر ، ج ح ب (٦) كان ضعف د هـ ر (*). «ك» ولنضع النقطتين شماليتين عن نقطة ج كما في الشكل

(١) د : فاقول .

(٢) ما ، د : د - ع - ب .

(٣) ما . متساويتان .

(٤) د : د ع ع ع .

(٥) ما ، د : أضيفت .

(٦) د : د ع ع ع .

(٥) نظرية (٢١) : إذا كانت ب - د نصف النهار ، هـ إحدى نقط البروج فاحية الفرق ، ا هـ ر موضع البروج في تلك اللحظة ، ع نفس النقطة ناحية الدرب بحيث تكون الزاويتان الساميتان هـ د ح ، ح د - متساويتان ، وكان ع ط موضع البروج في اللحظة الثانية . وإذا كانت نقطتا ب ، د معا إلى الشمال أو الجنوب من سمت الرأس - فإن :

(١) القوس - ع - القوس - هـ .

(ب) - هـ ر + ب - ع - ا هـ ر = ٢ د هـ ر (إذا كانت ب جنوبيتان)

(- ب) لى ع ب + ع ر - هـ ر = ٢ د هـ ر (إذا كانت ب ، شماليتان)

البرهان : (١) في المثلثين - د هـ ر ، - د ع (شكل ٤٥ ، ٤٦) :

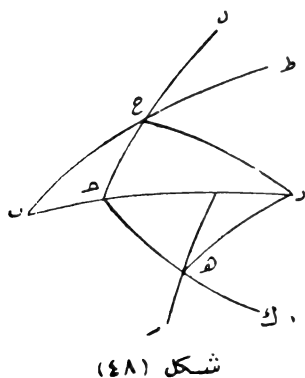
د هـ ر - د ع ، هـ د - ع د - د هـ ر ، د هـ ر - د ع

∴ يطبق المثلثان وينتج أن هـ د - ع د - د هـ ر وهو المطلوب أولا

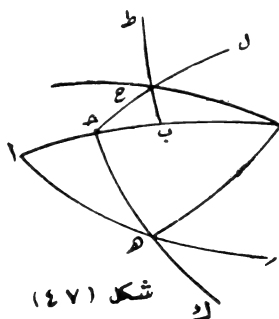
(ب) في شكل (٥) حيث النقطتان ب ، د معا إلى الجنوب من سمت الرأس .

د هـ ر - د ع - ب ، د هـ ر - د ع - د هـ ر من تساوى المثلثين .

عن توسط السماء ولتكن (١) نقطة أجنوبية من سمت والغربية عنه ولتكن نقطة ب شمالية منه (٢) فأقول إن زاويتي ج ه ر ، ل ح ب مجموعتين أعظم من ضعف د ه ر بقائمتين لأن زاوية د ه ح مثل د ح ج لتساوى أضلاع المثلثين على ما علمت (٣) وزاوية (٤) د ه ح (٥) مع د ح ل (٦) مثل قائمتين و : د ه ر هي د ح ب لأنهما الزاويتان



شكل (٤٨)



شكل (٤٧)

الموصوفتان وقد حدثنا من تقاطع قسي القطب (٧) ونقط بأعيانها من البروج في الجنبين (٨) فنضيف (٩) د ه ر إلى د ه ح (١٠) ، د ح ب (١١) إلى د ح ل فيكون ضعف د ه ر وهو د ه ر ، د ح ب (١٢) أضيف إلى مجموع د ه ح (١٣) ، د ح ل وهما

(١) س ، د : لتكن .

(٢) س ، د : غير موجود .

(٣) [هل ما علمت] : في هاش ب ، ف

(٤) س ، د : زاوية

(٥) د : د ه ح

(٦) د : د ه ل

(٧) س ، د : لقطب

(٨) س : الجنبين

(٩) د : فنصف

(١٠) س : د ه ح

(١١) س : [و : د ه ، ح ب]

(١٢) س : [د ه ر ، ر ، د ح ب]

(١٣) س ، د : د ه ح

معادلثان لقائمتين فكان جهر ، ل ح ب (١) فكان (٢) جميعه ضعف (٣) دهر وقائمتين (٤) فإذا جهر ، ل ح ب تفضل على ضعف دهر وهو دهر ، د ح ب (٥) بمعادلثين لقائمتين وهما د ه ح ، ل ح د (٦) «كـب» وأما إذا (٧) كان بالعكس فكانت نقطة أ (٨) شمالية و : ب جنوبية كانت زاويتا ك ه ر ، ج ح ب مجموعتين أصغر من ضعف دهر بقائمتين لأن ضعف دهر (٩) وهو دهر ، د ح ب لأنها متساويتان وفضل هذا (١٠) الضعف على ك ه ر ، ج ح ب مجموعتين (١١) هو ج ح د ، د ه ك وهما معادلثان لقائمتين كما (١٢) عرفت (٥) .

(١) [فكان - دهر ، ل ح ب] : في هامش ب

(٢) [- دهر : ل ح ب فكان] : في هامش ف - وفي د : غير موجود

(٣) سا : فير واضح .

(٤) سا ، د : وقائمتان

(٥) ه : ح ي ب

(٦) سا ، د : ل ح ب

(٧) سا ، د : إن

(٨) سا : غير موجود

(٩) [بقائمتين لأن ضعف دهر] : فير موجود في ب ، ف

(١٠) د : غير واضح

(١١) سا : مجموعتين .

(١٢) د : لما

(٥) نظرية (٢٢) : في نظرية (٢١) إذا كان \angle ، على جانبي سمت الرأس فن :

(١) (إذا كانت نقطة \angle المتصلة بالنقطة الشرقية لا تقع إلى جنوب سمت الرأس ، ونقطة \angle المتصلة

بالنقطة الغربية تقع إلى شمال سمت الرأس يصبح

$$\angle \text{ دهر ر } + \angle \text{ ل ح ب } = \angle \text{ دهر ر } + \angle \text{ ب } \quad (\text{شكل ١٧})$$

(ب) إذا كانت \angle إلى الشمال ، \angle إلى الجنوب يصبح .

$$\angle \text{ دهر ر } + \angle \text{ د ح ب } = \angle \text{ دهر ر } - \angle \text{ ب } \quad (\text{شكل ١٨})$$

البرهان : (١) $\angle \text{ دهر } - \angle \text{ دهر ح } = \angle \text{ دهر ح } \quad (\text{من تساوي المثلثين})$

$$\text{لكن } \angle \text{ د ح ب ل } + \angle \text{ د ح ب ح } = \angle \text{ دهر ر } - \angle \text{ دهر ح } + \angle \text{ د ح ب ل } + \angle \text{ د ح ب ح } = \angle \text{ دهر ر } - \angle \text{ دهر ح } + \angle \text{ د ح ب ل } + \angle \text{ د ح ب ح}$$

$$\text{لكن } \angle \text{ دهر ر } - \angle \text{ دهر ح } = \angle \text{ د ح ب }$$

$$\therefore \angle \text{ دهر ح } + \angle \text{ د ح ب ل } + \angle \text{ دهر ر } + \angle \text{ د ح ب ح } = \angle \text{ دهر ر } + \angle \text{ د ح ب ل } + \angle \text{ دهر ر } + \angle \text{ د ح ب ح}$$

$$= \angle \text{ دهر ر } + \angle \text{ دهر ر } = 2 \angle \text{ دهر ر}$$

«كح» وقد (١) تسهل (٢) من هذه البيانات كيفية وجود السبيل إلى معرفة (٣) الزوايا
 الحادثة من المائلة والمارة على سمت الرأس ومعرفة (٤) القسي المنفرزة (٥) في هذه
 الدائرة إذا (٦) كانت الزوايا (٧) أو (٨) القسي التي على دائرة نصف النهار
 ودائرة (٩) الأفق (١٠) معلومة وليكن (١١) المطلوب أولاً معرفة الزوايا الواقعة
 منها أعنى من السمتية والمائلة على الأفق مثال ذلك ليكن دائرة أب ح د لتصف
 النهار و: ب ه د للأفق (١٢) و: أ سمت الرأس وقطب الأفق و: ر ه ح
 قطعة من المائل مفروضة معلومة الخسود وارتفاع القطب (لو) وإذا كان ر نقطة
 درجة وسط (١٣) السماء فدائرة أب ه هي دائرة سمت الرأس بعينها (١٤) المارة
 على ر فلأن نقطة رمفروضة ر فزاوية معلومة كما تبين ولأن ميل (١٥) ر معلوم وبعد

$$\text{لكن } د ه ر = د ه ر + د ه ر = د ه ر ، \quad د ع ل + د ع ح = ل ح ع$$

$$\therefore د ه ر + ل ح ع = د ه ر + د ه ر + د ه ر \quad \text{وهو المطلوب أولاً}$$

$$(ب) \quad د ه ل + د ع = د ه ر$$

$$\text{لكن } د ه ل = د ه ر - ل ه ر$$

$$، \quad د ع = د ع - د ع = د ع - د ه ر - ل ه ر$$

$$\therefore د ه ر - ل ه ر = د ه ر - د ه ر - ل ه ر = د ه ر - ل ه ر$$

$$\therefore ل ه ر + د ه ر = د ه ر - د ه ر - ل ه ر \quad \text{وهو المطلوب ثانياً}$$

$$(١) \quad د : فقد \quad (٢) \quad د : سهل$$

$$(٣) \quad د : معرفت$$

$$(٤) \quad د : ومعرفت$$

$$(٥) \quad سا : المتقررة$$

$$(٦) \quad سا : وإذا$$

$$(٧) \quad د : غير موجود$$

$$(٨) \quad سا : و$$

$$(٩) \quad ف : أو دائرة - وفي سا ، د : غير موجود$$

$$(١٠) \quad سا ، د : والأفق$$

$$(١١) \quad سا : فليكن$$

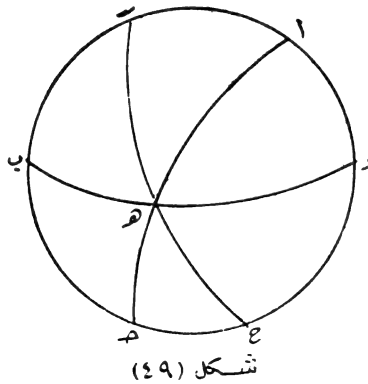
$$(١٢) \quad ف : الأفق$$

$$(١٣) \quad سا ، د : بوسط$$

$$(١٤) \quad سا ، د : بعينه$$

$$(١٥) \quad د : مثل$$

معدل النهار عن أ معلوم (١) ف: أ ر معلوم ولتمر (٢) دائرة أ ه ج (٣)
 بسمت الرأس على الطالع وهو ه وهو معلوم ونقطة أ قطب فقوس أ ه (٤) ربع
 دائرة (٥) وزاوية أ ه د (٦) قائمة وزاوية تقاطع المائل والأفق معلومة وهى د ه ح
 فجميع زاوية أ ه ح معلومة (***) فالقسي الموتر (٧) للزاويا معلومة وكذلك إن كان



- (١) [كاتبين ولأن ميل ر معلوم وبمد معدل النهار من ر معلوم] : في هاش ب ، ف
 (٢) سا : وانتم
 (٣) ف ، سا ، د : د ه ح
 (٤) سا : ر
 (٥) سا ، ه : غير موجود
 (٦) د : د ه

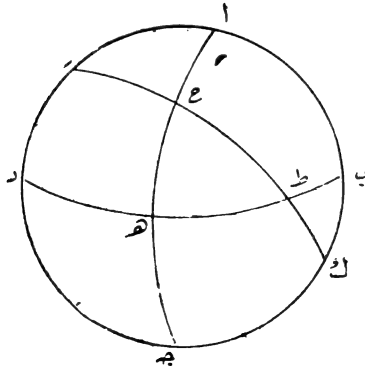
(٥٥) تعيين الأقواس بين البروج والدائرة السدسية المارة بالطالع
 البرهان : في شكل (٤٩) () ه د نصف النهار ، ه ه د الأفق ، ه سم الرأس ، ر ه ح
 البروج في لحظة ما حيث درجة وسط السماء ر معلومة ، ه النقطة الطالعة
 والمطلوب معرفة أقواس ر ، ر ه ، ر ه
 ° ر معلومة °. بعدها عن معدل النهار معلوم وكذلك بمد ر ه عن معدل النهار = عرض البلد
 °. فاقوس ر معلومة وهو المطلوب أولا

نرسم دائرة أ ه ج ، °. قطب الأفق °. ر ه د = ٩٠

لكن د ه ح °. التي بين البروج والأفق معلومة

°. ر ه ح معلومة °. القوس ر ه ح معلوم وهو المطلوب ثانيا
 (٧) سا : الموتر

المعلوم نقطة بعدما (١) بينها (٢) وبين نصف النهار من الساعات معلوم (٣)
أعنى القوس من النواثر المتوازية . وكده وليكن بدل (٤) نقطة (٥) ر على نصف
النهار وعلى (٦) نقطة ح وهو رأس السرطان ولتكن (٧) شرقية عن نصف النهار
والقوس بينهما من المتوازية ولتكن (٨) ساعة واحدة فيكون ر من الجوزاء (٩)
معلومة (١٠) لما تقدم والظالع وهو (١١) ط معلوم ولتعر على أ ، ح دائرة سمتية
إلى ه ج (١٢) فلأن قوس ط ح ر معلومة (١٣) و : ح ط معلوم و : أ ر (١٤) لما تقدم



شكل (٥٠)

-
- (١) [بعدما] : غير موجود في سا ، د
 - (٢) سا ، د : بينهما
 - (٣) سا ، د : معلومة
 - (٤) ف : غير واضح
 - (٥) سا ، د : ر نقطة ليست
 - (٦) ب : غير موجود - وفي هامش ف : [وفي] .. وفي سا ، د : وفي
 - (٧) سا : وليكن
 - (٨) سا ، د : ليكن
 - (٩) د : الجوزاء
 - (١٠) سا ، د : معلوما
 - (١١) ف : هو
 - (١٢) سا ، د : ه ج
 - (١٣) د : معلوم - وفي سا : غير موجود
 - (١٤) د : [ف : أ ر]

معلوم وقوس در (١) باقى الربع معلوم فقوس ب ر معلوم (٢) ونسبة جيب أب إلى جيب ر ب المعلومين مؤلفة من نسبة جيب أه المعلوم إلى جيب ه ح (٣) المجهول ومن نسبة جيب ط ح المعلوم إلى جيب ط ر المعلوم فيعلم ه ح ، أ ح ودر قوس السم (٤) . «كه» ونريد أن نعلم زاوية (٤) أ ح ط فلندر على قطب ح وبعده (٥) وتر المربع قطعة ك ل م العظيمة فلأن قوس أه ح (٦) مرت بقطبي ه ط م ، ك ل م ف : ه م ، ك م (٧) كل (٨) ربع دائرة ونسبة جيب ه ح المعلوم إلى جيب ه ك المعلوم لأن ه ك باقى الربع مؤلفة من نسبة جيب ح ط المعلوم إلى جيب ط ل المعلوم ومن (٩) نسبة (١٠) جيب م ل المجهول إلى جيب ك م المعلوم فصار م ل (١١) معلوما يبقى

(١) سا ، د : ب ر

(٢) [فقوس ر معلوم] : غير موجود فى سا ، د

(٣) سا : ر ح

(٥) تعيين قوس السم (Zenith distance) لنقطة من البروج معروف زاويتها الساعة (Hour angle)

البرهان : فى شكل (٥٠) ا ب د نصف النهار ، ا ه د الأفق ، ر ح ط ل البروج حيث نقطة ح معلومة ومعلوم زاويتها الساعة والمطلوب إيجاد القوس ا ح

•• نقطة ح معلوم موقعها فى البروج

•• نقطة ر معلومة ومن ذلك نعرف نقطة ط الطالعة

فى الشكل التقاطع الكرى ا ب ر ح ه د :

$$\frac{\text{ح ا ا ب}}{\text{ح ا ر ب}} = \frac{\text{ح ا ا ه}}{\text{ح ا ه ح}} \times \frac{\text{ح ا ط ر}}{\text{ح ا ط ح}} \quad (\text{نظرية ١١})$$

حيث ا ب = ٩٠ ، ا ر = ٩٠ + ا ر ، ا ه = ٩٠ ، ط ح معلوم
من نقطتى ط ، ح ، ط ر معلوم من نقطتى ط ، ر
•• نعرف ه ح ومنه ا ح وهو المطلوب

(٤) سا : غير موجود

(٥) ف : غير واضح

(٦) سا ، د : ا ه د

(٧) سا : ه ط م ، ز ل ل ، م ح ه ، م ل م

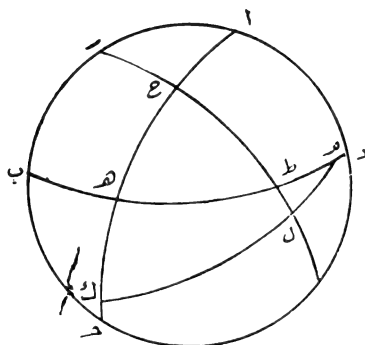
(٨) سا ، د : غير موجود

(٩) سا ، د : غير موجود

(١٠) سا ، د : ونسبة

(١١) د ا م ن

ل ك معلوما ^(١) فزاوية ل ح ل معلومة فتبقى زاوية أ ح ط ^(٢) معلومة (**). وكذلك يستخرج واحد واحد ^(٣) من النقط ثم رسم للأمور الجزئية هذا الطريق جداول



شکل (۵۱)

- (١) [يبقى لـ] معلوما : غير موجود فى سا ، د
(٢) [زاوية ا ح ط] : مكررة فى سا
(••) تعيين الزاوية بين دائرة البروج وبين الدائرة السمتية المارة بنقطة من البروج معروف زاويتها

البرهان : في شكل (٥١) AB نصف النهار ، BC : فرق الارتفاع ، AC طول البروج
حيث C نقطة معلومة ومعلوم زاويتها الساعية
والمطلوب تعيين زاوية A ط

نرمس القوس ل ل م قطعه نقطه ح ليقابل ا - ذ ل ، ر ح ط ذ ل ، ب ه ذ م

∴ دائرة التمر ينطقى ا ، ح وما قبلها ط م ، ل م

∴ نقطه م می قطب ا ه - ∴ م ه م = ل م - ۱۰

في الشكل القطاع الكري ϵ له m ط ϵ :

$$\frac{\text{ح ا م ل}}{\text{ح ا ز م}} \times \frac{\text{ح ا ع ط}}{\text{ح ا ط ل}} = \frac{\text{ح ا ه ع}}{\text{ح ا ه ل}}$$

حيث $\theta = 90^\circ - \alpha = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$ قوس الست وهو معلوم بماسبق؛ $\theta = 90^\circ - \alpha = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$
 θ معلوم من نقطتي θ ، $\theta = 60^\circ$ ، $\theta = 90^\circ - \alpha = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$ ، $\theta = 90^\circ - \alpha = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$
 . يمكن معرفة θ من $\theta = 90^\circ - \alpha = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$
 أي أن زاوية θ هي $\theta = 90^\circ - \alpha = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$

∴ $\hat{a} = 180 - \text{ج ل}$ تصير مطلوبة وهو المطلوب
(٣) ب : واحدة واحدة

في إقليم إقليم وابتداء من الدائرة الموازية التي بجزيرة ماروى^(١) التي أطول^(٢) نهارها ثلاثة عشر^(٣) ساعة مستوية واستمر على تفاضل نصف ساعة نصف ساعة حتى انتهى إلى حيث^(٤) أطول النهار ست عشرة^(٥) ساعة استوائية ورتب في كل عرض برجا برجا وجعل تفاضل العروض بنصف ساعة نصف ساعة^(٦) وجعل الأوضاع متفاضلة بالبعد عن وسط^(٧) السماء ساعة ساعة^(٨) وجعل في النصف^(٩) الأول الطولاني عدد الساعات الاستوائية للبعد عن انتصاف النهار على أن مبدأ البروج على دائرة نصف النهار وفي الثاني مقادير القسي بين^(١٠) المائل وسمت الرأس وفي الثالث مقادير زوايا التقاطع شرقية^(١١) وفي الرابع غربية^(١٢) على أن نذكر^(١٣) ما مضى أنا نأخذ^(١٤) الزوايا شمالية من التقاطع وعلى أن القائمة تسعون^(١٥) جزءا وأما البلاد وعروضها وأطوالها فوعد أن يصنف له^(١٦) كتابا مفردا وكأنه كتابه في جغرافيا^(١٧) .

تمت المقالة الثانية والله الحمد (١٨)

(١) سا : ما زدى

(٢) سا ، د : طول

(٣) د : ثلاثة عشر

(٤) سا : جيب

(٥) ب ، سا : ستة عشر

(٦) [نصف ساعة] : غير موجود في سا ، د

(٧) سا ، د : توسط

(٨) د : غير موجود

(٩) ف ، سا ، د : النصف

(١٠) سا : من

(١١) ف : على شرقية

(١٢) ف : على غربية

(١٣) ف : يذكر

(١٤) سا : حد

(١٥) سا : تسعين - وفي د : تسعين

(١٦) سا : يضيف إليه

(١٧) سا ، د : جا وفراغما

(١٨) سا : تمت المقالة الثانية من كتاب المجسطى ولواهب العقل الحمد بلا نهاية - وفي د : تمت

المقالة الثانية بحمد الله وحسن توفيقه

المقالة الثالثة

في مقدار زَمَاتِ السَّنة

المقالة الثالثة (١)

في مقدار زمان السنة (٢)

الحركة الوسطى هي التي تكون أو تفرض في أزمنة متساوية (٣) وهي حركة (٤) الكوكب (٥) الذي يفرض (٦) في مداره الذي ينحصر ويشتمل على الأرض من حيث تتساوى في أزمنة متساوية ويكون (٨) إما للكوكب بنفسه (٩) وإما للجرم (١٠) كرى حامل للوكب ناقل لياه في البروج بحركته (١١) التي يتحرك بها فيحصل في أزمنة متساوية قسما متساوية وزوايا عند المركز الذي لذلك المدار متساوية وتسمى هذه الحركة الحركة المستوية (١٢) ولو كانت الكواكب تتساوى حركاتها في الأزمنة المتساوية أو حركات ما يحملها بالقياس إلى فلك البروج حتى كانت تقطع منه في أزمنة سواء قسما سواء لكانت الحركة الوسطى المستوية كافية في التقويم لكنها ليست كذلك فإنها إذا قيس (١٣) إلى فلك البروج لم (١٤) يوجد ما يوازي الكواكب المتحيرة بحركتها في أزمنة متساوية منه (١٥) قسما متساوية بل مختلفة تارة أقل وتارة أكثر وتكون مسيرة (١٦) الوسط (١٧) ما بين

(١) د : غير موجود - وفي سا : المقالة الثالثة من المجلد

(٢) [في مقدار زمان السنة] : غير موجود في سا ، د

(٣) سا ، د : مكررة (٤) د : الحركة

(٥) د : الكواكب (٦) سا ، د : في

(٧) سا : ينفرد

(٨) سا : وتكون

(٩) د : غير واضح

(١٠) ف : يجرم

(١١) د : لحركته

(١٢) سا ، د : فلو

(١٣) د : فليست

(١٤) لا : لا

(١٥) ف : غير موجود

(١٦) د : سير

(١٧) سا ، د : غير موجود

الأقل والأكثر والمربيتين (١) بالاختلاف ولهذا يسمى وسطا فالاختلاف (٢) يقع من وجود شتى فذكرها (٣) ولكل كوكب مدار يرسم فيه بحركات متساوية في أزمنة متساوية قسما متساوية (٤) إما موجودة وإما مفروضة والمسير المقوم (٥) هو المحقق بالقياس إلى فلك البروج وربما اجتمع في حركات الكواكب اختلافات فوق واحد (٦) إلا أن الاختلاف الذى للشمس هو واحد كما نذكره والسبيل المشهور في استخراج السير الوسط (٧) أن نطلب المدة التى في مثالها (٨) يعود الكوكب إلى حالة واحدة دائما أى (٩) إلى نقطة واحدة أو نقط مختلفة تفضل (١٠) على اللوائح التامة بقسما متساوية سواء كان (١١) فى (١٢) دورة واحدة أو دورات (١٣) بعد أخرى (١٤) أو تكون تختلف عوداته المتتالية اختلافا له نهاية ثم تعود من رأس فيبتدى بأول ما كان ابتداء (١٥) أولا من الاختلاف فيعود اختلافاته (١٦) بحالها على ترتيبها إلى آخرها فيكون مكان العودة الواحدة عودات محفوظة وليست (١٧) فى جملتها (١٨) عودة الاختلاف فإذا حصل زمان فى مثله يعود الكوكب (١٩) دائما إلى نقطة واحدة أو نقط قسما ما بينها متساوية أو تعود (٢٠) اختلافاته دائما كان (٢١)

(١) ف ، سا : غير واضح (٢) ف : والاختلاف

(٣) سا ، د : يذكرها

(٤) [قسما متساوية] : غير موجود فى سا ، د

(٥) سا : المقدم

(٦) ف ، سا ، د : واحدة

(٧) د : الواحد (٨) د : حولها

(٩) د : غير موجود

(١٠) سا : تفصل

(١١) د : كانت

(١٢) د : غير موجود

(١٣) ب : دورات واحدة - وفى سا ، د : [أو دورات] غير موجود .

(١٤) د : أخرى الأول الاختلاف الذى للشمس هو واحد كما نذكره

(١٥) سا : ابتداء

(١٦) ف : اختلافاتها

(١٧) ب ، ف : فى الهامش

(١٨) سا ، د : حولها

(١٩) سا ، د : الكواكب

(٢٠) سا : تعود

(٢١) هـ ، د : غير موجود - وفى ف : فى الهامش

كما ذكر (١) جعلت تلك المدة أياما أو ساعات وقسمت العوددة الواحدة التامة أو المتفاوتة بقصى (٢) متساوية أو العودات بما (٣) فيها من عودات الاختلاف المتشابهة عليها (٤) فمخرج فهو حصة ذلك اليوم أو تلك (٥) الساعة ثم يعرف (٦) من ذلك حصة الشهر والسنة والسنين من المسير الأوسط فإذا أمكن أن يعرف (٧) الوسط من هذا الطريق لم يعدل (٨) عنه إلى معرفته (٩) من طريق غيره وأول (١٠) ما يطلب في إدراك (١١) المسير الأوسط العوددة إلى نقطة واحدة ثابتة (١٢) أو نقط ثوابت قسى ما بينها متساوية فإن وجدت العودات على هذه الصورة هوذا (١٣) يكون في مدد متساوية اقتصر على ذلك في استخراج (١٤) المسير الوسط إلا طلب الوجه الثاني ثم الثالث الذي سيظهر في موضعه (١٥) والنظر في أمر الشمس مقدم على النظر (١٦) في أمر سائر الكواكب إذ الوصول إلى أحوالها غير ممكن إلا (١٧) بعد معرفة مسير الشمس ومكانها (١٨) على ما تبين (١٩) فابتدأ (٢٠) بطليموس بتحقيق مسير الشمس الوسط ولما تتبع أرصادها (٢١)

(١) ب ، سا ، د : ذكرنا

(٢) سا ، د : بقوس

(٣) سا ، د : لما

(٤) ف ، سا ، د : عليه

(٥) سا ، د : غير موجود

(٦) سا : يعرف

(٧) سا : يعرف

(٨) سا : يعدل

(٩) ف ، سا ، د : معونة

(١٠) ب ، سا : فأول

(١١) سا : إدراك

(١٢) سا ، د : [ثابتة واحدة] بدلا من [واحدة ثابتة]

(١٣) ف : هوذا

(١٤) د : غير موجود

(١٥) سا ، د : موقعه

(١٦) [في موضعه والنظر في أمر الشمس مقدم على النظر] : في هامش ب

(١٧) د : لا

(١٨) ف ، سا : مكانها

(١٩) سا : ما بين

(٢٠) سا : فابتداء

(٢١) ف ، سا ، د : أرصاد

وجد الشمس لا تختلف عوداتها إلى نقطة واحدة ثابتة (١) من فلك البروج الذى التقويم بالقياس إليه (٢) اختلافا ذا (٣) قدر (٤) وإن (٥) اختاف وجد السبب فيه إما خلل (٦) آلات الأرصاد (٧) فى (٨) قسمة ووضع آلات الرصد (٩) وإما (١٠) ترك (١١) الاستقصاء (١٢) فى استعمالها والاشتغال برصد من وجه آخر غير حقيقى والرصد الحقيقى فى مثل هذا هو (١٣) أن تحصل (١٤) مدة عوداتها (١٥) دائما إلى النقط (١٦) الثابتة من فلك (١٧) البروج وأولاهما نقطة الاعتدالين والانقلابين خصوصا إذا كان الحامل للكوكب لا يتحرك حركة أخرى بسبب حركة أوجهه وينظر (١٨) هل هى مدد متساوية (١٩) فإن وجدت استخراج (٢٠) المسير الوسط (٢١) على ما قيل أولا لكن بطليموس وجدها (٢٢) فى أرصاد الشمس متساوية ووجدت (٢٣) ذلك فى مدة سنذكرها بعد ووجه هذا

-
- (١) سا : من نقطة
(٢) ب : إليها
(٣) د : غير موجود
(٤) د : أندر
(٥) سا : فإن
(٦) سا : زل - ر فى د : ذلك
(٧) ب : الآلات الرصدية
(٨) ف : زل فى
(٩) [آلات الرصد] : غير موجود فى ب ، م
(١٠) سا ، د : غير موجود
(١١) ف : لترك - وفى سا ، د : وترك
(١٢) د : الاستقصاء وترك الاستقصاء
(١٣) سا ، د : غير موجود
(١٤) سا : تحصل
(١٥) سا ، د : مودته
(١٦) سا ، د : النقطة
(١٧) سا : تلك
(١٨) سا : وينظر
(١٩) د : مساوية
(٢٠) سا ، د : استخراج
(٢١) سا : الأوسط
(٢٢) سا : وحدا - وفى د : وجد
(٢٣) ب : ووجد

الرصد^(١) أن يتخذ حلقة من نحاس أو غيره يحيط بها أربعة سطوح مسطحة بالحقيقة كل سطحين متقابلين متوازيان وتنصب^(٢) على قاعدة وثيقة نصبا محكما إما في سطح معدل النهار وهو منتصف^(٣) ما بين الانقلابين على ما قيل وعرف رصده^(٤) وهذا أسهل رصدا أو في سطح الدائرة الموازية لمعدل النهار المارة بإحدى نقطتي الانقلابين أو^(٥) في أى دائرة شاء الراصد^(٦) من الدوائر المتوازية^(٧) التي^(٨) تفضلها^(٩) النقط المرسومة على دائرة البروج ومعنى النصب في سطحه أن تكون كأنها دائرة مرسومة في بسيط تلك الدائرة حتى لو أخرج قطر هذه الداخلة من الجانبين أمكن أن يصير قطرا أو وترا لتلك الأخرى ثم من^(١٠) المعلوم أن الحلقة إذا كانت على هذه الحلقة^(١١) ونصب هذا النصب إما في سطح معدل النهار أو في سطح دائرة من الموازيات تمر على نقطة الانقلاب أو غيرها أن الشمس إذا حصلت في نقطة الاستواء أو نقطة الانقلاب انطبق ظل الجانب الذى يلي^(١٢) الشمس على الجانب المقابل له انطباقا تاما ولم تقع على سطحى^(١٣) جهتي الجنوب والشمال البتة بل أضاء الجانبان^(١٤) جميعا فعرف حينئذ أن الشمس وافت النقطة وكذلك إن جعلت^(١٥) على الحلقة عضادة ولبتان وتكون العضادة مهندمة بحيث تلور^(١٦) مع الشمس وهذا الرصد يصعب اعتباره إذا اتفق أن كان حصول مركز الكوكب على النقطة المعتبرة ليلا فلذلك يجب أن يستعان أيضا بالرصد

(١) د : الصد

(٢) سا : تنصب

(٣) سا : منتصف

(٤) سا : في رصده

(٥) سا : أى

(٦) د : الرصد

(٧) سا ، د : الموازية

(٨) د : غير موجود

(٩) سا : يفضلها

(١٠) سا : بين السطرين

(١١) ف ، سا : الحلقة

(١٢) د : على

(١٣) د : سطر

(١٤) ب : الجانبين

(١٥) ب ، سا : جعل

(١٦) د : يدور

الآخر وهو الذى ذكرناه فى باب استخراج الميل فلنك قد علمت أن غاية الارتفاع الذى يكون لبلوغ الشمس غاية الميل الشمالى وغاية الانحطاط الذى يكون لبلوغ الشمس غاية الميل الجنوبى إذا قسم بنصفين حصل منه الموضع الذى إذا كانت (١) الشمس فى حقيقة معدل النهار كان ارتفاعها (٢) بقدر ذلك الموضع (٣) فإذا وقع ليلا نظر إلى مقدار التفاوت بين ارتفاعى (٤) نصف النهار المتقدم ونصف النهار المتأخر (٥) وإلى (٦) مقدار التفاوت من (٧) ارتفاع (٨) نصف النهار المتأخر (٩) إلى الارتفاع المستحق لمعدل النهار فتكون نسبة ذلك التفاوت إلى (١٠) التفاوت الأول كنسبة الزمان الذى من وقت حصول الشمس فى النقطة المطلوبة إلى الزمان الذى بين نصفي النهارين بالتقريب لكن استعمال الرصد الانقلابى صعب فى الوجهين جميعا لأن غاية الارتفاع وغاية الانحطاط يثبت (١١) زمانا يسيرا لا يظهر له اختلاف لفوات (١٢) تفاوت الميل عند المتقلبين عن الحس (١٣) ثم أنهم اعتبروا عودات الشمس إلى النقط الأربع فوجدوا (١٤) العودات فى أزمنة متساوية وكذلك وجد أبرخس إلا عند عودات خريفية (١٥) حكى أنها خالفت بربع (١٦) يوم ثم وافق باقيها (١٧) . وجعل بطليموس السبب فى ذلك أحد الأمور المذكورة من خطأ فى قسمة الآلة أو نصبها (١٨) حتى أنه إذا وقع

-
- (١) د : كان
 (٢) ف ، سا ، د : ارتفاعه
 (٣) سا ، د : غير موجود
 (٤) د : ارتفاعين
 (٥) سا : نهار
 (٦) سا ، د : إلى
 (٧) سا ، د : بين
 (٨) سا : ارتفاعى
 (٩) [وإلى مقدار التفاوت من ارتفاع نصف النهار المتأخر] : فى هامش ب
 (١٠) [التفاوت إلى] : غير موجود فى د
 (١١) د : غير موجود
 (١٢) ف ، سا ، د : غير موجود
 (١٣) سا ، د : الحنين
 (١٤) سا ، د : وجدوا
 (١٥) سا : جريفية
 (١٦) سا : ربع
 (١٧) ف : باقيها
 (١٨) د : نصبه

الخطأ في ست دقائق وهي عشر^(١) درجة واحدة وهي أحد أقسام الدرجة كان في خلقهم^(٢) فلذلك جعلها في الكتاب دقيقة واحدة أمكن أن يخالف الحق^(٣) بنصف يوم لأن الشمس إذا سارت عن النقطة الاستوائية ربع درجة فعلت ميل^(٤) ست دقائق وذكر أنهم ربما نصبوا الآلات بالحقيقة في أول النصب ثم تركوها فزالت ولم يتعملوها تسويتها^(٥) عند كل رصد وكذلك^(٦) ذكر أن الحلقة التي كانت بالأسكندرية اختلفت إضاءتها وأظلالها يوم الاعتدال حتى فعلت ذلك مرتين أي بعضها في وقت وبعضها في وقت آخر ولم^(٨) يكن ذلك فيها كلها في وقت واحد لكن بطليموس ذكر أن أرصاده الكثيرة^(٩) وأرصاد أبرخس المستقصاة والتي هي أكثر عددا اتفقت على أن مدة^(١٠) العودة تكون متساوية وأنها^(١١) في ثلاثمائة وخمسة^(١٢) وستين يوما وتقريب^(١٣) من ربع يوم نقص^(١٤) منه قليلا بما^(١٥) سنذكره ودوما لا يؤلف عليه في الأرصاد القريبة ولا يوجب الوصول إليه إلا الأرصاد المتباعدة التي يجتمع^(١٦) منها اختلاف ذو قدر بل الذي يكون منها في الأرصاد القريبة شبيه^(١٧) بما يوجب اختلاف نصب الآلات والزلل الغير الممكن^(١٨) التحرر^(١٩) منه فيها على أنه بين بالتقريب أيضا مبلغ

-
- (١) سا : عشرة
(٢) ف : غير واضح - وفي سا : خلقهم
(٣) سا : غير موجود
(٤) د : لتسويتها
(٥) د : ولذلك
(٦) د : غير موجود
(٧) سا ، د : فلم
(٨) ف : الكبيرة
(٩) سا : هذه
(١٠) ب : غير موجود - وفي ف : في الهامش
(١١) سا : وخمس
(١٢) سا : وتقريبا
(١٣) سا ، د : نقص
(١٤) د : لما
(١٥) ب ، ف ، د : يجمع
(١٦) سا ، د : شبيهة
(١٧) سا : ممكن
(١٨) د : التجوز

ذلك نقصان بأن أخذ أرصاد أبرخس (١) وقابلها بأرصاد نفسه إذ اعتماده على أبرخس أشد من اعتماده على غيره وأخذ الأرصاد الاستوائية . لأنها أحوط والاقلاية أسر امتحانا فوجد في قريب من ثلاثمائة سنة يوجد نقصانا (٢) عما توجه لو كانت العودة في ثلاثمائة وخمسة (٣) وستين يوما وربع يوم بمقدار (٤) يوم واحد فيكون حصه (٥) كل سنة جزءا من ثلاثمائة جزء من يوم فيكون زمان العودة ثلاثمائة وخمسة وستين يوما وربع يوم (٦) إلا جزءا (٧) من ثلاثمائة (٨) من يوم فتكون ثلاثمائة وخمسة وستين يوما وأربع عشرة (٩) دقيقة من يوم وثمانى (١٠) وأربعين ثانية . ثم امتحن ذلك بأرصاد الأقدمين مثل (١١) ماطن (١٢) وأقطين (١٣) وبعدهما ارسطرخوس (١٤) فوجد (١٥) الأمر أيضا جاريا على ذلك الهجرى ووجد أبرخس أيضا يوافقه (١٦) على هذا (١٧) في عدة من كتبه فهذا طريق استخراج المسير الوسط للشمس بالقياس إلى النقط الأربع وأما عوداتها (١٨) بالقياس (١٩) إلى الكواكب الثابتة فلإنما يتوصلون إليها (٢٠) من جهتين إحديها (٢١) أن (٢٢)

(٢) سا ، ه : نقصان

(١) سا : انرخس

(٣) سا : وخمس

(٤) د : لمقدار

(٥) سا : حصي

(٦) د : غير موجود

(٧) ه : غير واضح

(٨) سا : الأجزاء

(٩) سا : عشر

(١٠) سا ، د : وثمان

(١١) د : مثلا

(١٢) ف : ما ظن

(١٣) ف ، سا ، د : واوقطين

(١٤) سا : ارسطرخس

(١٥) سا : وهذا - وفى د : وجد

(١٦) ب : يوافقه أيضا

(١٧) [على هذا] : فى هاشب ، ف

(١٨) ف : عوداتها - وفى سا ، د : مودته

(١٩) سا : بالنسبة

(٢٠) ف ، سا ، د : إليه

(٢١) سا : احدها

(٢٢) سا ، د : غير موجود

ترصد (١) الشمس عند الطلوع أو الغروب إذا ظهر كوكب درى من الثوابت
 فترصد (٢) البعد بينها بالآلة التى نذكرها (٣) بعد والثانى أن يرصد (٤)
 القمر فى وسط زمان الكسوف (٥) وذلك حين يكون (٦) مقاطرا (٧)
 للشمس (٨) بالحقيقة ويعرف موضعه من فلك البروج بسبب (٩) كوكب
 فإن كان ليس له اختلاف منظر فيسهل معرفة درجته بأن يعرف ارتفاعه وسمته
 ويعرف عرض البلد فيظهر (١٠) من ذلك موضعه (١١) بالتحقيق من البروج على
 الأصول المعلومة (١٢) فإذا (١٣) كان وسط الكسوف حيث لا عرض معه لمركز (١٤)
 القمر فقد حصل من ذلك معرفة درجة الشمس إذ (١٥) لم يكن اختلاف
 منظر وإن كان له عرض كان طريق ذلك أطول وأقرب من الخطأ فوجد (١٦)
 العودة بمدة أكثر من هذا فلهذا (١٧) حدس أبرخس أن للكواكب الثابتة حركة
 على قطب فلك البروج ولهذا استرذل بطليموس الرصد الكائن بالقياس إليها فإنه
 لا فرق بين أن يجعل سنة (١٨) الشمس بالقياس إلى عوداتها (١٩) نحو مقارنة (٢٠)

-
- (١) س ، د : يرصد
 (٢) ب : ويرصد - وف : فيرصد
 (٣) ف : يذكروها
 (٤) س : ترصد
 (٥) س ، د : الكسوف
 (٦) س : غير موجود - وف : [يكون حين] بدلا من [حين يكون]
 (٧) س ، د : مقاطره
 (٨) س : الشمس
 (٩) د : غير واضح
 (١٠) س : فظهر
 (١١) س ، د : موقعه
 (١٢) ف ، س ، د : الموصلة
 (١٣) ف ، س ، د : إذا
 (١٤) س : كركز
 (١٥) س : إذا
 (١٦) ب : غير واضح - وف : د : وجب
 (١٧) د : غير موجود
 (١٨) د : نسبة
 (١٩) د : مودتها
 (٢٠) د : مفارقة

الكوكب (١) الثابت (٢) وهو (٣) يتحرك (٤) عن نقطة مقارنة (٥) الشمس له أو بالقياس إلى كوكب زحل فيكون لها سنون (٦) مختلفة وهذا الاختلاف وإن قل في الأدوار المتقاربة فإنه يعظم في الأدوار المتباعدة مع أن ذلك متعذر من وجوه وأفحش ذلك الأرصاد الكسوفية التي يرام (٧) أن يحصل بها مركز القمر بالقياس إلى الثوابت لتكون الشمس على النقطة المقابلة له بالحقيقة ثم ينظر (٨) كذلك (٩) لكسوفات (١٠) مختلفة ليستخرج (١١) منها (١٢) عودات الشمس ويتعرف (١٣) هل هي في مدد متساوية أو يمتحن (١٤) بها ما وجد بالطرق (١٥) الأخرى وقد ذكر أبرخس أنه لما حسب (١٦) رصدتين للكسوف (١٧) القمري فوجد (١٨) في أحد رصديه الكسوفين البعد بين القمر والسماء الأعزل وكان (١٩) موضع السماء الأعزل متقدما على النقطة الخريفية بستة أجزاء ونصف وبعد إحدى عشرة سنة وثيء يسير حسب (٢٠) في الرصد الثاني الكسوف فوجد السماء الأعزل متقدما على النقطة الخريفية بخمسة أجزاء ورابع إذ كان القياس يوجب ذلك ثم من المحال أن يقال إن

-
- (١) س : الكواكب
(٢) س : الثابتة
(٣) س : وهي
(٤) س : يتحرك
(٥) س ، د : مفارقة
(٦) س : سنين - وفي د : يسير
(٧) س : رام
(٨) س : تنظر
(٩) ف : لذلك
(١٠) ف : الكسوفات
(١١) س : ليستخرج
(١٢) س ، د : غير موجود
(١٣) س : وتعرف
(١٤) س : و يمتحن
(١٥) د : بالطريق
(١٦) س ، د : حاسب
(١٧) د : لكسوف لكسوف
(١٨) س : بين السطرين
(١٩) ب : فكان
(٢٠) س ، د : حاسب

السماء الأعزل في هذه المدة سار هذا القدر فحدهم وتوهم من غير حكم جزم (١) أن الشمس لعل لها اختلافا آخر غير الذي نذكره (٢) ولعل عوداته في أزمنة متساوية ليست متساوية (٣) وأما بطليموس فقد زيف هذا الطريق وذلك لأن رصده لعودات الشمس في نفس الوقت المذكور كان جاريا على القياس المأشور إليه وإنما اختلف حكم هذا الرصد المفتقر فيه في (٤) تحقيق مكان القمر إلى تحقيق مكان الشمس فيجب أن لا تتشكك (٥) في الأصل بسبب الفرع المبني عليه بل إن كان ولا بد فالشك في الفرع ثم قد يقع للقمر من اختلاف المنظر ومن (٦) زلل آلات (٧) رصد الأبعاد ما يقع به الخطأ وربما كان السبب وقوع أحد الرصدين على جملة مستقصاة والآخر (٨) على جملة غير مستقصاة وقد يقع في ترك استقصاء تعرف حركة الشمس من النقطة الربيعية إلى زمان وسط الكسوف على حكم مسيرة الوسط (٩) على أن أبرخس نفسه قد علم هذا أيضا ولم (١٠) يجعل له اعتباراً ولا جزم (١١) على أن للشمس اختلافاً آخر ولا غير حكم سنة الشمس عن المدة المذكورة ولذلك (١٢) لم تعتد (١٣) بشيء من الاختلافات الواقعة بحسب الأرصاد (١٤) الواقع فيها الزلل قال وإنما كان عرضه أن لا يترك شيئا من الأشياء التي عرصت له غير مقصود وكذلك (١٥) لما رصده أبرخس (١٦) كسوفات أخرى وكان (١٧) تقدم يعرف (١٨)

(١) ف : جزم

(٢) ب ، سا : سنذكره

(٣) [ليست متساوية] : غير موجود في سا .

(٤) د : إليه في

(٥) ف : لا تتشكك - وفي د : لا يتشكك .

(٦) د : من (٧) د : الآيات

(٨) د : رصده والآخر

(٩) سا : الأوسط

(١٠) سا ، د : فلم

(١١) ف : جزم

(١٢) ب ، سا ، د : وكذلك

(١٣) ب : غير واضح

(١٤) ب ، سا ، د : الأرصاد الأخرى

(١٥) سا ، د : ولذلك

(١٦) سا : أبو الحسن

(١٧) سا ، د : كان

(١٨) سا : تعرف

موضع الشمس فيها بالحقيقة لوسط^(١) الكسوف^(٢) ثم اعتبر أوساط تلك الكسوفات بحسب مقابلتها لمركز الشمس استخرج منها مواضع الثوابت لما علم بعدها^(٣) عن^(٤) القمر فلم يخالف عوداتها ما توجهه الأرصاد الأخرى بشيء يعتد به قال وأما أنا فلما أمتحنت على سبيل الاستظهار ما ظهر من ذلك بالقياسات الكسوفية صادفتها غير مخالفة للواجب بشيء يعتد به . وأقول يجب أيضا أن يراعى^(٥) حال الشمس هل يقع لها^(٦) اختلاف منظر بأن ترصد^(٧) في بلاد متباعدة جدا في الشمال والجنوب هل يتفاوت ارتفاعاتها^(٨) في أنصاف النهار أكثر من مقتضى اختلاف العروض وترصد أيضا حيث تكون مسامنة للرؤوس وحيث لا تكون من^(٩) البلاد البعيدة عن ذلك الموضع ويراعى^(١٠) تفاوت الارتفاعات هل هي على موجب العروض فإن وجد لها اختلاف منظر عرف قدره وحسب عليه وعلم أن الارتفاعات^(١١) والإظلال^(١٢) في الحاق تخالف الحقيقي منها المرصود بقدر الحساب وإغفال أمر اختلاف المنظر وإن ضر في تحقيق مكان الشمس وتحقيق الوقت الذي تدخل^(١٣) فيه نقطة مفروضة فليس يضر في معرفة سنة الشمس ومدة عودتها إلى نقطة معلومة وذلك لأن العودة^(١٤) إذا كانت في الرؤية مثل الأولى والبلد واحد تكون العودة في درج البروج إلى نقطة واحدة وإن كانت غير النقطة التي يوجهها الرصد وبالجملة إذا^(١٥) لم يعد^(١٦)

(١) ما ، د : غير موجود

(٢) ما ، د : الكسوف

(٣) ما ، د : بعدها

(٤) ما ، من

(٥) ما ، نراعى

(٦) ما ، د : له

(٧) د يرصد

(٨) ما إرتفاعها

(٩) ف غير موجود

(١٠) ما ونراعى

(١١) [هل هي على موجب العروض فإن وجد لها اختلاف منظر عرف قدره وحسب عليه

وعلم أن الارتفاعات] : غير موجود في ما

(١٢) ف : الإظلال - وفي ما ، د : أو الإظلال

(١٣) د يندخل

(١٤) د غير واضح

(١٥) د فإذا

(١٦) ما تمد

إلى نقطة واحدة لم يعد^(١) إلى اختلاف منظر واحد في الارتفاع الكائن عند المقلبين والاعتدالين ثم لما حصل مسير الشمس الوسط من هذا الوجه أراد أن يضع جداول يستغنى^(٢) بها عن^(٣) الحساب لكل^(٤) واحد واحد من المدد فرتب^(٥) فيها^(٦) مسير^(٧) الشمس لساعة^(٨) إلى كد ساعة إلى شهر إلى سنة إلى ثمانى عشرة^(٩) سنة إلى تضعيفات ثمانى عشرة^(١٠) سنة حتى إذا أريد^(١١) مسيرها الوسط لمدة مفروضة طلبت في الجدول^(١٢) المخصوص بمثل^(١٣) تلك المدة وأما السنون^(١٤) المجموعة أو المبسوطة^(١٥) أو غير ذلك من أجزاء المدد فإن^(١٦) وجد المطلوب مثبتا^(١٧) بعينه في الجدول^(١٨) أخذ ما يجياله من الدرج والدقائق والثواني إلى آخر ما وضع فإن فضل شيء نظر إلى^(١٩) الفضل^(٢٠) كم هو وطالب^(٢١) في الجداول وأخذ ما يجياله وزيد^(٢٢) عليه^(٢٣) حتى ينتهي إلى تمام مدته .

-
- (١) سا ، د ، تعد
(٢) سا أن يستغنى
(٣) سا من
(٤) سا غير واضح
(٥) ف غير واضح
(٦) سا منها
(٧) د مسيره
(٨) ف : ليتباع
(٩) ب ، سا : ثمانية عشر - وفي د : ثمان عشرة
(١٠) ب ، د : ثمانية عشر - وفي سا : ثمانية عشر ثمانية عشر
(١١) ف : أزيد
(١٢) د الجداول
(١٣) سا لميل
(١٤) ب ، سا ، د : السنين - وفي ف : غير واضح
(١٥) سا المبسوطة أو المجموعة
(١٦) ف وإن
(١٧) سا مبيتا
(١٨) سا : في الجدول بعينه
(١٩) ف : غير موجود - وفي د : أن
(٢٠) ف : من الفضل - وفي ب : [من] في الهامش
(٢١) سا ، د : فطلبه
(٢٢) سا ، د : وزاده
(٢٣) سا إليه

فصل

في الأصول التي توضع للحركة المستوية التي تجري على الاستدارة (١)

فإذا حصل السير الوسط للشمس لم يكن ذلك كافيا في تقويم الشمس وذلك أن الشمس لم توجد قاطعة قسما متساوية من فلك البروج في أزمنة متساوية بل رؤيت (٢) تارة تقطع أقل وتارة تقطع أكثر كما سنذكر بعد وذلك أن مدة حركتها الموجودة بالرصد من الاستواء الربيعي (٣) إلى المتقلب الصيفي مخالفة لحركتها منه إلى الاستواء الخريفي وكذلك (٤) وجدت (٥) حركتها (٦) من الاستواء الخريفي إلى الاستواء الربيعي أقل من مدة ما بين (٧) الربيعي إلى الخريفي وكذلك في القسم الخريفية ولم يمكن أن يكون (٨) أنه تارة تبطيء (٩) وتارة تسرع (١٠) في الحركة إذ (١١) كان القانون في الحركات السماوية أنها متساوية غير مختلفة بالقياس إلى أنفسها فإن توهم أو رؤى ذلك فهو بالقياس إلينا فوجد ذلك الاختلاف لا يخاف من أحد وجهين ولا يعقل خارجا عنها وهو أنه إما أن لا تكون حركة الشمس في دائرة مركزها مركز فلك البروج بل في دائرة أخرى مخالفة لما في المركز فيكون الذي نحصل (١٢) منها في نصف البروج مثلا الشمالي أعظم من الباقي إذا كان البعد الأبعد في الجانب الشمالي فيكون (١٣) الشمس أو أي كوكب يتحرك إما في مداره وملكه (١٤) ففي

(١) [فصل في الأصول التي توضع للحركة المستوية التي تجري على الاستدارة] : غير موجود

في ما ، د

(٢) ما : رقيت

(٣) ما ، د : غير موجود

(٤) ف : ولذلك

(٥) ب ، ما ، د : وجد

(٦) ما : حركتها

(٧) ف : من

(٨) ب ، ما ، د : نقول

(٩) ما : يبطيء

(١٠) ما : يسرع

(١١) ما ، د : إذا

(١٢) ما : يحصل

(١٣) ما : فتكون

(١٤) د : وذلك

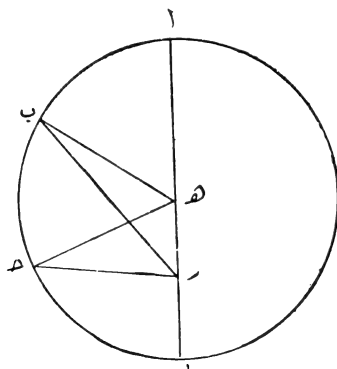
أعظم من النصف وإما في فلك البروج في النصف وفي الجانب الآخر بالضد فيكون القطع لنصفى فلك البروج مختلفا والوجه الثانى أن لا تكون حركته (١) على دائرة مركزها مركز (٢) البروج ولا على دائرة خارج المركز بل يكون جرمه (٣) مركبا على دائرة من كرة (٤) لا تشمل الأرض بل هي في كرة الكوكب (٥) للشاملة للأرض تتحرك فيها وتسمى فلك التدوير وتلك الكرة يجوز أن يتحرك مركزها على دائرة موافقة المركز لفلك البروج ثم إن (٦) اتفق (٧) أن كانت حركة الكوكب في أعلى فلك التدوير موافقة لحركة مركز فلك التدوير في الجهة رؤى الكوكب أسرع حركة من الوسط عند كونه في الذروة (٨) من فلك تدويره وأبطأ - حركة من الوسط عند كونه في حضيض فلك تدويره لأنه يتخلف لا محالة عن موضعه الذى لو سكن كان يكون فيه وإذا استوت (٩) حركة مركز (١٠) تدويره على الخامل الموافق كان ذلك (١١) مسيره الوسط (١٢) إن كان هو يتحرك بنفسه لا تابعا لحركة (١٣) فلك تدويره أو يكون في فلك تدويره لا يتحرك البتة وإنما (١٤) يعرض له ما يعرض (١٥) من الزيادة والنقصان لأنه (١٦) يتحرك أيضا في فلك تدويره وإن اتفق أن كانت الموافقة في الجهة السافلة رؤى بالعكس وقد يمكن أن يكون مركز التدوير على حامل خارج المركز ولا تستوى (١٧) عليه حركته فيوجب اختلافات عدة لكن

-
- (١) م : حركتها
(٢) ف : غير موجود
(٣) ب ، ف : حركتها -- وفي سا ، د : جرمها
(٤) [من كرة] : غير موجود في ب
(٥) د : الكواكب
(٦) ب : من
(٧) ب : البين
(٨) سا : الدوة
(٩) سا ، د : استوى
(١٠) د : بمركز
(١١) سا : غير موجود
(١٢) سا : ان لو -- وفي د : إن
(١٣) د : بجرمه
(١٤) سا : دائما
(١٥) [له ما يعرض] : غير موجود في سا ، د
(١٦) د : لا
(١٧) د : يستوى

حركات (١) الشمس ليس يجب فيها (٢) من الاختلافات مالا يكفيه أحد الأصلين أصل الخروج من المركز والحركات عليه متساوية وأصل وضع فلك التلووير وحركة الشمس عليه بخلاف حركته على فلك موافق المركز إلى المشرق حركة مستوية لكن بطليموس قد اختار الأصل الأول لأنه أبسط ووضع وضعه لا لضرورة قادته (٣) إليه (٤) بل لاختيار أبسط الحركتين بعد أن تبين أن حكم الأصلين في جميع ما يعرض واحد بعينه وبعد شرائط ومقدمات (٥) وذلك أنه لا محالة يفترض (٦) في كل واحد من الأصلين بعد أبعد وبعد أقرب أما في أصل (٧) الخروج عن المركز فإن طرف القطر المار على مركز الأرض ومركز الخارج المركز يحدها (٨) أبعد من الجهة التي يقع فيها المركز الخارج وبعدا أقرب من الجهة الأخرى وأما في (٩) فلك التلووير فظاهر واضح وفي أصل التلووير فإن الكوكب إذا كان عند الوسط من البعدين المختلفين ولم يكن مال إلى أحدهما ميلا محسوسا كانت الحركة المرئية مثل حركة مركز فلك التلووير فكانت الحركة وسطا ومع ذلك فإن غاية الاختلاف إنما تكون (١٠) هناك وأعنى بغاية (١١) الاختلاف غاية (١٢) ما يجتمع من التفاوت بين ما يوجهه الوسط وبين ما يرى (١٣) وقريب من ذلك

-
- (١) ف غير موجود
(٢) د فهما
(٣) سا ، د حادثة
(٤) سا غير موجود
(٥) د : مقدمات
(٦) سا ، د يفترض
(٧) سا ، د أصول
(٨) سا نتخذ
(٩) ف بين الطرفين
(١٠) سا يكون
(١١) سا غاية
(١٢) سا ، د أو غاية
(١٣) سا مانرى

فى حكم أصل الخارج (*) . « أ » فنقول إنه إذا فصل (١) قوسان متساويتان (٢) إحداها (٣) من البعد الأبعد والأخرى (٤) من البعد الأقرب فلإن الزاويتين اللتين تحدثان من القطر ومن الخط الخارج من مركز فلك البروج إلى طرفي القوسين أعظمهما عند البعد الأقرب أما فى أصل الخروج من المركز فلنكن دائرة أ ب ح د ه أ خارجة المركز ومركزها ه ومركز فلك البروج ر والقطر المار بالمركزين د ر ه أ



تشكل (٥٢)

والأوج أ والحضيض د والقوسان المتساويتان قوسا (٦) أ ب ، ج د (٧)

(٥) حاول علماء الفلك القدامى تفسير التغير فى حركة الشمس والكواكب من ناحية الإسراع تارة والإبطاء تارة أخرى عن طريق نظريتين أو افتراضين للحركات .

النظرية الأولى : حركة الشمس أو الكوكب منتظمة أى يقطع أقواسا متساوية فى أزمنة متساوية ولكن المسار نفسه لا ينطبق مركزه على مركز الأرض بل هو خارج المركز . ففى هذه الحالة يبدو حركته بالنسبة للمركز الجدي منتظمة ولكنها بالنسبة للأرض تبدو مختلفة غير منتظمة .

النظرية الثانية : تتحرك الشمس أو الكوكب على دائرة صغيرة تسمى فلك التدوير ، ويتحرك مركز فلك التدوير على محيط دائرة البروج التى مركزها الأرض . حينئذ تكون الحركة المرئية هى محصلة حركة الكوكب نفسه وحركة مركز فلك التدوير ، فإذا كانت الحركتان فى إتجاه واحد رأى الكوكب مسرعا وإذا تضادتا رأى مبطئا .

(١) ف : فصل

(٢) سا : متساويان

(٣) د : أحدها

(٤) سا ، د : والآخر

(٥) سا : أ ب ح د

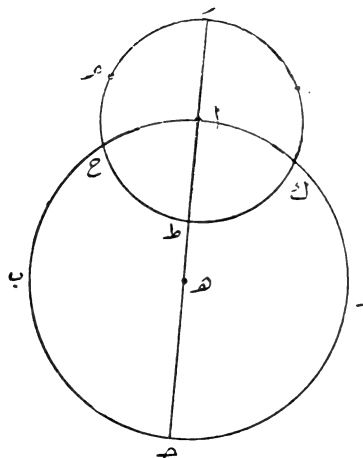
(٦) ف : غير موجود

(٧) د : غير واضح

ووصلنا هـ ب ، هـ ج ، رب ، رج (١) فلأن زاويتي أ هـ ب ، د هـ ج (٢)
 متساويتان وزاوية أ هـ ب الخارجة من مثلث هـ رب أعظم من زاوية (٣) هـ رب
 أغنى أ رب فكذا (٤) زاوية د هـ ج (٥) أعظم منها فزاوية درج الخارجة
 من مثلث ج هـ ز (٦) أعظم كثيرا منها و ب ، وأما في أصل فلك التلووير فليكن
 أ ب حد (٧) الفلك الموافق المركز والمركز هـ والقطر أ هـ ج وحول أ فلك
 تلووير (٨) قطره (٩) ط ا ر وليكن التلووير يتحرك من أ والكوكب من ر إلى جهة
 ب وإذا كان الكوكب على ر أو ط لم (١٠) يكن مسير الوسط هو (١١) مسير نقطة أ
 ومسير (١٢) مكان (١٣) الكوكب مختلفان (١٤) ولكن إذا قطع رح زاد على
 المستوية بقوس أح وإذا (١٥) قطع (١٦) من ط إلى ك نقص (١٧) بعينه من المستوية
 قوس أك أغنى أح و : رح أعظم من ط ك لأننا إذا أوقفنا (١٨) على نقطة أ عمودا
 على أ هـ ر كان نصف قطر (١٩) قطر التلووير (٢٠) مو (٢١) وقع (٢٢) مماسا للدائرة

-
- (١) د : ر ج
 (٢) سا : ا ب هـ ، دو - وف : ا ب هـ ، د هـ ج
 (٣) د : غير موجود (٤) د : فلكك
 (٥) د : د هـ ج
 (٦) ف ، د : ح هـ - وف : سا : ح هـ
 (٧) سا : ا ب د
 (٨) سا : تلووير ط ، ل ر م - وف : تلووير ط ل ر ج .
 (٩) سا ، د : وقطر . (١٠) سا : ولم .
 (١١) سا ، د : وهو .
 (١٢) سا : غير موجود .
 (١٣) سا : ومكان .
 (١٤) سا ، د : مختلفا .
 (١٥) سا : غير موجود .
 (١٦) سا : واقطع - وف : أ و قطع .
 (١٧) ف : غير واضح .
 (١٨) هـ : وقفنا .
 (١٩) ب ، ف ، سا ، د : غير موجود .
 (٢٠) ب : التلووير وقع - [ر ا هـ كان قطر التلووير وقع] : في هامش ب .
 (٢١) ف : في هامش - وف : سا : غير موجود - وف : ب : [ا م كان قطرا لتلووير] - وف :
 د : [ا م] غير موجود .
 (٢٢) سا ، د : وقع .

الموافق (١) وقطع من جانب ر أقل مما (٢) قطع دائرة الموافق فالزمان الذى يقطع فيه أ ح أعظم من الذى يقطع فيه أ ك وإذا تحرك بخلاف هذه الحركة كان (٣)



شكل (٥٣)

الأمر بالعكس فليس إذن (٤) مسيرها (٥) فى القسمة المتساوية متساويا (٦) بل يختلف إما فى (٧) الوضع الأول فيكون الذى عند الأوج أبداً والذى عند الحضيض أسرع ، وإما فى الوضع الثانى الذى (٨) يكون (٩) جهة الحركة موافقة فيكون بالعكس فى أصل الخروج تكون الحركة ترى (١٠) بطيئة وقليلة عند الأوج والسريعة العظيمة عند الحضيض وأما فى أصل التدوير فإن (١١) كلا

-
- (١) سا : الأفق .
 - (٢) ف ، سا ، د : من .
 - (٣) سا : فإن .
 - (٤) ف : إذا .
 - (٥) ف : مسيرها .
 - (٦) سا ، د : متساوية .
 - (٧) د : عل .
 - (٨) د : القى .
 - (٩) سا ، د : غير موجود .
 - (١٠) سا : القى ترى .
 - (١١) سا : فإن كان .

الأمرين يمكن بحسب وضعى جهة (١) الحركة التى للكوكب (٢) فى الأوج
فإن اتفقت (٣) الحركتان كانت السرعة عند الأوج وإن (٤) تضادتا كانت
عند الحضيض فلنبين ما ضمناه من أن العوارض من وضع (٥) الأصاين واحدة
إذا اشترطنا ثلاثة أمور أحدها أن يكون نسبة الخط الواصل بين المركزين إلى نصف
قطر الخارج كنسبة نصف قطر (٦) فلك التدوير إلى نصف قطر انفلك الحامل له
الموافق المركز والثانى أن يكون ما يقطعه (٧) مركز التدوير من الحامل قوسا
شبيهة بما (٨) يقطعه الكوكب من التدوير فى زمان واحد (٩) . والثالث (١٠)
أن تتخالف جهتا الحركتين فى التدوير (*) «ح» فأول ما تتفقان فيه من العوارض

(١) سا : جهتي .

(٢) سا : للكواكب .

(٣) ب : اتفقت .

(٤) سا : فإن .

(٥) د : غير موجود .

(٦) د : غير موجود .

(٧) سا : مانقطه .

(٨) د : مما .

(٩) [زمان واحد] : مكرر فى سا .

(١٠) د : فالثالث .

(٥) نظرية (٢٣) : السرعة المثلثة عند الحضيض أكبر من السرعة عند الأوج .

وضع ابن سينا هذه النظرية فى صورة مختلفة يقول : إذا أخذنا قوسين متساويين أحدهما بدايته عند الأوج
والآخر بدايته عند الحضيض ، فإن الزاوية التى يقابلها القوس الأول عند مركز البروج أصغر من التى
يقابلها القوس الثانى () .

البرهان : قدم ابن سينا برهان هذه النظرية على أساس التفريق الموضوعين للحركة ، أى فى حالة
اعتبار الحركة على خارج المركز وفى حالة اعتبارها على فلك التدوير .

() فى حالة خارج المركز (شكل ٥٢) ليكن دائرة $ا ب ج$ د الخارج المركز حيث مركزه
 $هـ$ ، ومركز البروج $ر$ ، والأوج $ا$ ، والحضيض $د$. ولناخذ قوس $ا ب$ ، $ب ج$ وبحيث

يكون $ا ب = د هـ$.

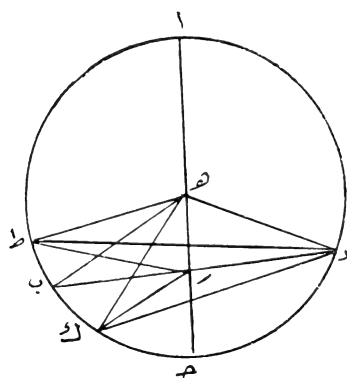
فى هذه الحالة $ا ب < د هـ$ ، $د هـ < د ر$.

لكن $د ر < د هـ$. $د ر < د هـ < د ر$.

∴ الزاوية التى يقابلها القوس $ب ج$ د عند مركز البروج أكبر من التى يقابلها القوس $ا ب$ لكن
الكوكب ظاهرياً سار القوسين فى زمن واحد .

∴ سرعة الكوكب عند الحضيض أكبر من سرعته عند الأوج .

أن غاية الفضل الواقع من الاختلاف فيهما جميعا إنما هو عند الربع المرئي من عند الأوج أما في الفلك الخارج المركز مثل أ ب ح د حول مركز ه وقطر (١) ا ه ج ومركز الأرض عليه ر وجاز عليه (٢) ب ر د عمودا على القطر ليفصل فلك البروج بنصفين ومع القطر المشترك (٣) أرباعا ولنصل ه ب ف: أ ب يوتر زاوية أ ه ب (٤)



تشكل (٥٤)

بالحقيقة وزاوية أ ر ب بالرؤية ونسبة أ ب من فلك البروج إلى أ ب في الخارج نسبة الزاويتين فالفضل بين الزاويتين هو فضل الاختلاف فلأن (٥) زاوية أ ه ب

(ب) في حالة فلك التدوير (شكل ٥٣) ليكن ا ب ح د البروج حيث مركزه ه ، ر ح ط ل التدوير على مركز ا فيكون ر الأوج ، ط الخفيض .
إذا فرضنا أن فلك التدوير ثابت وأن الكوكب سار من الأوج ر إلى نقطة ح ، فإنه ظاهريا يبدو كما لو كان قد تحرك من ا إلى ح .

أما إذا سار الكوكب من الخفيض ط إلى نقطة ل فإنه يبدو كما لو كان تحرك من ا إلى ل لكن
٤١ = ا ل . : يبدو كأنه تحرك في الخطين قوسين متساويين .

لكن القوس ر ح أكبر من القوس ط ل .

أي أنه قطع ر ح في زمن أكبر من قطع ط ل .

: فالكوكب ظاهريا قطع ا ح في زمن أكبر من قطع ا ل لكن ٤١ = ا ل .

: قطع ا ح بسرعة أقل من سرعته في قطع ا ل

أو، أن سرعته ابتداء من الأوج أقل من سرعته عند الخفيض .

(١) سا ، د : وقطره .

(٢) [وجاز عليه] : مكرر في د .

(٣) ف : المشترك ل

(٤) د : ا ب ح

(٥) ب ، سا ، د : ولأن .

خارجة وهى (١) تفضل على ر الداخلة بزواية ب فزاوية ب تحذ التفاوت بين الوسط والمعدل (٢) وهى زاوية فضل الاختلاف وكذلك تكون دائما زاوية المحيط فضل ما بين الخارجة والداخلية فى المركزين المختلفين وهى (٣) زاوية (٤) التعديل فنقول لا يقع من (٥) الخطوط (٦) الواصلة فى جانب ب زاوية (٧) إلا أصغر (٨) من زاوية ب وإلا فلتكن (٩) إما زاوية ط إلى الأوج أو ك إلى الحضيض ولتصل (١٠) أيضا خطوط ه د ، ط ه ، ه ك ، د ط ، د ك ، ر ط ، رك (١١) فزاويتا د و ب من (١٢) مثلث ه د ب المتساوى الساقين متساويتان وكذلك زاويتا د ، ط من مثلث ه د ط متساويتان (١٣) و : در أعنى ر ب أقصر من ر ط كما تبين (١٤) فى كتاب (١٥) أفاليدس و : رط يوتر زاوية ط در (١٦) فهى أعظم من ر ط د تبنى زاوية ه ط ر أصغر من زاوية ر د ه (١٧) أعنى ه ب ر (١٨) ولأن وتر ر د وهو ر ب أطول من رك فزاوية رك د أعظم من زاوية ر د ك لكن جميع ك مثل جميع د فيبقى (١٩) ه در (٢٠) أعنى ه ب ر أعظم من ه ك ر فزاوية ب أعظم من جميع الزوايا على المحيط إلا مقابلتها (٢١) وقد بان من هذا أن قوس أ ب التى تحذ الزمان من أقل الحركة الأوجية (٢٢) إلى الوسطى أعظم من قوس ب ح (٢٣) التى تحذ الزمان الذى من الوسط إلى أكثر الحركة الحضيضية

-
- (١) د : فهى .
(٢) سا ، د : فى المعدل .
(٣) سا ، د : غير موجود .
(٤) سا ، د : وزاوية .
(٥) ه : بين .
(٦) سا : الخطوط الخارجة .
(٧) سا : غير موجود .
(٨) سا : الأصغر .
(٩) سا : فليكن .
(١٠) ب : ونصل - ونص : ونصل .
(١١) ف : غير واضح - وفى سا ، د : ه د ، ط ه ، ل د ، ك ر ، ه ط ، ر ط .
(١٢) ف : مثل .
(١٣) [وكذلك زاويتا د ، ط من مثلث ه د ط متساويتان] : فى هاشم .
(١٤) ف ، سا : بين .
(١٥) سا ، د : غير موجود .
(١٦) د : ط .
(١٧) سا ، د : ه د .
(١٨) ب : ر ب ه - وفى سا ، د : ه د .
(١٩) ب : تبقى .
(٢٠) د : ه د ب .
(٢١) [على المحيط إلا مقابلتها] : غير موجود فى سا .
(٢٢) ب ، ف : فى الهاشم .
(٢٣) سا : ب ط .

وأن التفاوت بينهما وهو قوس الاختلاف يحدها زاوية ب لأن زاوية ه ب ر يزيد بها زاوية أ ه ب على قائمة وينقص بها زاوية ب ه ح عن قائمه (٥). وأما على (١) أصل التلويز فلنبين مثل ذلك وقبل الخوض في ذلك أقول يجب أن يعلم أولاً أنه ليس بعد الكوكب عن أوج التلويز ربع (٢) دائرة بحسب الرؤية وبحسب الحقيقة

(٥) نظرية (٢٤) : الفرق بين المسير الوسط والمعدل أكبر ما يمكن عند التربيع المربع .
البرهان : في شكل (٥٤) نفرض $\angle \text{ح د الفلك الخارج المركز حيث مركزه نقطة ه}$ ، وليكن مركز الأرض نقطة ر ، والأوج \angle والحضيض \angle . نرسم الوتر ر د نؤديا على القطر $\angle \text{ه ح}$ فيكون نقطتا \angle ، دهما موضعاً الكوكب عند التربيع المربع .

$$\angle \text{ر ب} = 90^\circ = \text{الوضع المربع أو المسير المعدل} .$$

$$\angle \text{ه ر ب} = \text{الوضع الحقيقي أو المسير الوسط} .$$

∴ $\angle \text{ه ر ب} = \text{الفرق بين المسير الوسط والمعدل}$. والمطلوب إثبات أن هذه الزاوية تكون

نهاية عظمى عند نقطتي \angle ، د .

لذلك نفرض نقطتي ط ، ل على جانبي نقطة \angle . ∴ الثالث $\angle \text{ه د ب}$ متساوي الساقين .

$$\therefore \angle \text{ه د ر} = \angle \text{ه ر د} \quad \text{وبالمثل} \quad \angle \text{ه د ط} = \angle \text{ه ط د} .$$

$$\therefore \angle \text{ر ب} > \angle \text{ر ط} , \quad \angle \text{ر ب} = \angle \text{د ر} .$$

$$\therefore \angle \text{د ر} > \angle \text{ر ط} . \quad \therefore \angle \text{ر ط د} > \angle \text{ط د ر} .$$

$$\therefore \angle \text{ر ط د} + \angle \text{ط د ر} > \angle \text{ط د ه} + \angle \text{ه د ر} .$$

$$\therefore \angle \text{ه ط ر} > \angle \text{ر د ه} \text{ أي } \angle \text{ه ر ب} > \angle \text{ه ر د} .$$

∴ الفرق عند ط أقل من الفرق عند \angle .

$$\text{وبالمثل عند نقطة ل : } \angle \text{ر ل} > \angle \text{ر ب} . \quad \therefore \angle \text{ر ل} > \angle \text{د ر د}$$

$$\therefore \angle \text{ر د ل} > \angle \text{ر ل د} \quad \text{لكن} \quad \angle \text{ه د ل} = \angle \text{ه ل د}$$

$$\therefore \text{بالطرح ينتج أن} \quad \angle \text{ه ر ل} > \angle \text{ه د ر} \text{ أي } \angle \text{ه ر ب} > \angle \text{ه ر د}$$

∴ الفرق عند ل أقل من الفرق عند نقطة \angle

أي أن الفرق عند نقطة التربيع المربع \angle أكبر ما يمكن ، وينتج مثل ذلك إذا أخذنا نقطة التربيع

المربع د .

ويمكن أن نستنتج من الشكل أيضاً أن :

$$\angle \text{ر ب} - \angle \text{ه ر ب} = \angle \text{ه ر د} - \angle \text{ه ر ب}$$

أي أن الفرق بين القوس التي من الأوج إلى التربيع والقوس التي من التربيع إلى الحضيض يساوي ضعف

فاية الاختلاف

(٢) د : بربع

(١) ف : في الماش

واحدا لأن^(١) الذى بحسب^(٢) الرؤية يشتمل على أكثر الاختلاف ويقع الخط الخارج من البصر إليه مماسا لفلك التدوير ولو قطعه لكان لا يشتمل على أكثر الاختلاف لأن كل قاطع فيمكن أن توجد نقطة خارجة عن مقطعه يوصل بها^(٣) البصر بنقط^(٤) مستقيم فيكون ما يوجهه من البعد عن مركز فلك التدوير أكثر فيجب أن يكون الراسم لأبعد نقطة من مركز التدوير مماسا وأما المماس على الربع الحقيقى من الجهتين فيقع موازيا لقطر التدوير ولا يمكن أن يتصل بالبصر^(٥) على الاستقامة فإن^(٦) البصر موضوع على القطر فإن وقع خط مماس متصل بالبصر وقع دون موقع ذلك الخط وإن وصل^(٧) بين البصر وبين موقع ذلك الخط المماس للربع بالحقيقة وقع قاطعا لفلك التدوير إليه فيمكن أن تكون فضل وراء^(٨) ويجب أن تكون هذه المماسية من البصر أيضا دون مقاطعة التدوير والموافق وذلك لأنه لو كان عند المقاطعة وأخرجنا من مركز التدوير خطا إليها كانت الزاوية التى تحدث منهما^(٩) مساوية لتى تحدث عند المركز من القطر المار بالمركزين وذلك الخط الخارج من مركز التدوير لتساوى ساقى المثلث فلم يكن عمودا وإلا^(١٠) كان فى مثلث واحد قائمتان ولا^(١١) تقع^(١٢) هذه المماسية^(١٣) أيضا أبعد من نقطة المقاطعة لأن المماسية لو كانت هناك لكانت الزاوية الكائنة منها ومن نصف قطر التدوير أعظم من التى عند المركز لأنها قائمة ولكان^(١٤) الخط الواصل بين^(١٥) المركزين أطول من هذا^(١٦) الخط

(١) سا : إلا أن

(٢) ف : غير واضح

(٣) ف : إليه - وفى سا ، د : به

(٤) د : فنقط

(٥) ب : البصر

(٦) سا : لأن

(٧) د : وقع

(٨) سا : غير واضح

(٩) د : منها

(١٠) ف : ولا

(١١) هـ : فلا

(١٢) سا : تقع

(١٣) سا : للمماسية

(١٤) سا ، د : وكان

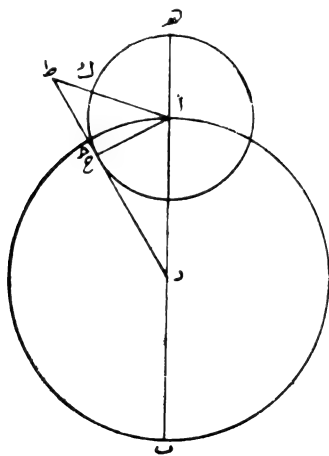
(١٥) ف : غير واضح

(١٦) ب : غير موجود - وفى ف : فى المماس

المماس ^(١) وهو مساو لبعضه هذا خلف وأيضا لكانت الزاوية التي تحدث من الخط
المماس وقطر التدوير قائمة وأعظم من نظيرتها لو وقعت ^(٢) عند المقاطعة وكانت
التي عند المركز من المماس أيضا أعظم من التي عند المركز ^(٣) للمقاطعة لأن التي
للمقاطعة يكون بعضها منها تبقى الثالثة أصغر من نظيرتها في الأولى فيكون فضل
الاختلاف الذي ^(٤) توجه تلك الزاوية التي من المماس أصغر من فضل اختلاف
آخر ^(٥) وتلك زاوية غاية الاختلاف هذا خالف . فقد بان أن موقعه دون المقاطعة
التي بين التدوير والموافق فين من هذا أن قوس غاية الاختلاف أعظم من القوس ^(٦)
المنفرز بين مركز التدوير وقطع الموافق « د » فليكن فلك أ ب ح هو الموافق
المركز على د و : ه ر ح ^(٧) التدوير ^(٨) على أ والقطر المار عليهما ^(٩) معا
ب د ر أ ه ونقطة البعد ^(١٠) المرئي نقطة ح ونضع أن حركة التدوير على الموافق
يقسم الحامل إلى ^(١١) أقسام ^(١٢) شبيهة بأقسام حركة الكوكب على التدوير
ولأن زاوية أ د ح ^(١٣) التي ^(١٤) يفعل الاختلاف بين المسير ^(١٥) الوسط
التي ^(١٦) عند ه ، أ والمرئي ^(١٧) الذي عند ح وفرض ح على الربع بالرؤية

-
- (١) د غير موجود
(٢) سا غير واضح
(٣) سا الممكن
(٤) د التي
(٥) سا الخز
(٦) د : القوسين
(٧) سا : [د ه ، ه ر ح]
(٨) سا ، د : للتدوير
(٩) د : عليهما
(١٠) سا ، د الربع
(١١) سا : غير موجود
(١٢) ه ، ف ، سا ، د : بآتمام
(١٣) سا ، د : ف د ح
(١٤) سا ، د : هي التي
(١٥) د : غير واضح
(١٦) سا ، د : التي
(١٧) ه : المرئي

فزاوية د غاية فضل الاختلاف والتعديل وإذا (١) كان د ح (٢) مماسا ف :
أ ح يقع لا محالة عليه عمودا (٣) فإذا أخرجنا على أ عمودا على القطر فعل الربع
الحقيقي على ك كانت زاوية ك أ ح مساوية لزاوية د فلنخرج (٤) أ ك ليلاق
د ح على ط وليلتقيان (٥) لأن مجموع زاويتي (٦) ط در ، ط أد (٧)
أقل من قائمتين فلأن زاوية ط مشتركة وزاوية أ (٨) من مثلث ط أد (٩)



شكل (٥٥)

مثل زاوية ح (١٠) من مثلث ح ط أ (١١) تبقى زاوية ط أ ح مثل زاوية د وهما
فضل الاختلاف وبين (١٢) من جميع هذا أن قوس ه ح يحد الزمان من أقل الحركة

-
- (١) د : د وإذا
(٢) د : ح ع
(٣) ف : عمودا
(٤) ب فنخرج
(٥) سا ، د : وليتقيان
(٦) سا : زاويتي مجموع
(٧) ف : د ، ط أ د - وفي سا : د ، و ط ، د
(٨) سا : ط ، د
(٩) [من مثلث ط أ د] : غير موجود في سا
(١٠) ف ، سا ، د : ح
(١١) ف : ح د - وفي سا : ح د
(١٢) سا ، د : فيين

إلى الوسطى وهو أعظم من قوس رح التي يحد من الوسطى إلى أكثر الحركة وأن الفضل بينهما ضعف قوس كح (١) أعنى ضعف (٢) قوس أ ح التي يشبهها (٣) وإنما كان الفضل بالضعف (٤) لأن أحدهما ينقص به عن الربع الحقيقي والآخر يزيد به عليه (٥) . وقد تبين من هذا أيضا أن في الأصلين جميعا إنما تكون (٥) الحركة شبيهة بالوسطى (٦) وموافقة لها حيث يبلغ (٧) غاية فضل (٨) الاختلاف وليس

(١) سا ، د : ح ط (٢) سا : غير موجود

(٣) ب : تشبهها (٤) د : بالضعف قوس ح ط أعنى ضعف قوس ا ح

(٥) برهان نظرية (٢٤) في حالة فلك التدوير

يقول نظرية فلك التدوير أن الكوكب يتحرك على محيط دائرة صغيرة تسمى فلك التدوير وهذه الدائرة يتحرك مركزها على محيط دائرة البروج على أن يتحقق شروط هي :

١ - حركة الكوكب على محيط التدوير تكون في عكس اتجاه حركة مركز التدوير

٢ - يقطع الكوكب زاوية بتدويرية مساوية للزاوية التي يقطعها مركز التدوير

٣ - نصف قطر التدوير يساوى البعد بين مركز العالم ومركز الخارج أو النسبة بينهما تساوى النسبة بين نصف قطر البروج ونصف قطر الخارج

ومن هذه الصورة يتضح أن المحل الهندسى للكوكب هو دائرة مركزها خارج عن مركز العالم وهي نفس نظرية الفلك الخارج المركز . فإذا كان الكوكب عند التربيع حسب الرؤية يكون قد سار على فلك التدوير زاوية أكبر من ٩٠ درجة .

وفي برهان نظرية (٢٤) في حالة فلك التدوير اعتبر ابن سينا (شكاه ٥٥) فلك التدوير ح ر ثابتا وأن الكوكب قد سار على محيطه زاوية ه ح أكبر من ٩٠ درجة أى أن ه ح ح على الزاوية الحقيقية التي سارها الكوكب . فإذا أخذنا نقطة ح بحيث كان الخط الخارج من الأرض د إليها يماس فلك التدوير كانت زاوية د ح ح تساوى ٩٠° ويمكن اعتبارها بديلا عن التربيع المرئى . وفي هذه الحالة تكون زاوية د ح ح تساوى ه ح ح - د ح ح = الفرق بين المسار الحقيق والمرئى عند التربيع وواضح أن هذه الزاوية هي أكبر ما يمكن عندما يكون د ح ح مساويا لتدوير أى عند التربيع المرئى = غاية الاختلاف . .

ويمكن أيضا أن نستنتج كما سبق أن الفرق بين القوس التي من الأوج إلى التربيع والقوس التي من التربيع إلى الحضيض = ضعف غاية الاختلاف .

لأننا إذا رسمنا من ا المستقيم ا ل ط عوديا على القطر ه ا ر ليقطع محيط التدوير في ل وامتداد د ح ط كانت زاوية ل ا ح = زاوية د ح ح = غاية الاختلاف

∴ القوس ل ح تقابل زاوية مساوية لناية الاختلاف

لكن القوس من الأوج إلى التربيع المرئى = ح ح - ح ل + ل ح ح

والقوس من التربيع المرئى إلى الحضيض = ح ر - ل ر - ل ح ح

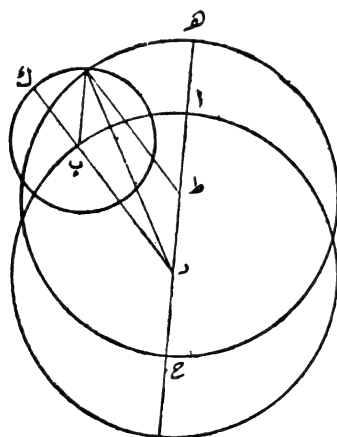
لكن ل ح ح - ل ر

∴ الفرق بين القوسين = ٢ ل ح ح = ضعف غاية الاختلاف وهو المطلوب

(٥) د : يكون (٦) سا ، د : الوسطى

(٧) سا : تبلغ (٨) ح : في اخامش

اتفاق الأصلين إنما هو على غاية الاختلاف فقط بل وعلى (١) الاختلافات الجزئية في القسي الجزئية فإنه يعرض إذا حفظت الأصول أن يكون التعديل واحدا (٢) في الأزمنة المتساوية أعنى بالتعديل فضل الاختلاف وسواء كانت النسبة فيها واحدة أى (٣) إن كان نصف قطر التلوير مساويا للخط الواصل بين المركزين أو كانت النسبة متشابهة أى كانت (٤) نسبة نصف قطر التلوير إلى الخط الواصل بين المركزين (٥) كنسبة نصف قطر الموافق إلى (٦) نصف قطر الخارج . ولنضع أولا أن (٧) النسبة واحدة وليكن $اب > الموافق ومركزه دو : ر ك$ (٨) التلوير على مركز ب و : ه ح (٩) الخارج ومركزه ط والقطر المشترك بين



رَشْكَا (٥٦)

الموافق والخارج ه د ج ومركز التلوير قد قطع أب والكوكب قطع ك ر شبيه (١٠)

-
- (١) د : عل
(٢) د : واحد
(٣) سا ، د : غير موجود
(٤) د : كان
(٥) [بين المركزين] : غير موجود في سا ، د
(٦) (نصف القطر الموافق إلى) : غير موجود في سا
(٧) سا ، د : غير موجود
(٨) سا : [د و ر ، ط]
(٩) ف ، سا ، د [و : ه ر ع]
(١٠) ف ، د : نسبة

أب واتصل ط ر ، در ، رب و : د ب ك (١) فلان ط د ، رب (٢) كما فرضنا متساويان (٣) ف : ط ر ، رب (٤) متساويان أيضا فالسطح متوازي الأضلاع فزاوية ط ر د التي هي فضل الاختلاف في أصل الخارج مساوية لمبادلها ر د ك وهو فضل الاختلاف في أصل التدوير . وأيضا أ د ب الداخلية مثل أ ط ر الخارجة المقابلة و : رب ك الخارجة أيضا فالقسمي الثلاث متشابهة . وكان الكوكب فيها واحد وفضل الاختلاف فيها (٥) واحد في زمان واحد وبين (٦) هذا بعينه في أى قوس فرض (٥) . «و» وأما بيان ذلك والنسب متشابهة فليكن أب د (٧) الحامل على (٨) د (٩) وفلك (١٠) التدوير ه ر على ب (١١) وقطع (١٢)

(١) ف : [ط ر ، در ، د ب و : طب ك] -- وفي سا : [ط ر د ر ،

د ب ، ل] - وفي د : [ط ر ، و ر ، ب ل]

(٢) سا : ط ر ، در ، ب - وفي د : ط و ر

(٣) ف : متساويين

(٤) سا : [و : ط ر ، د ب]

(٥) سا ، د : غير موجود (٦) د ونين

(٥) نظرية (٢٥) : زاوية الاختلاف (الفرق بين الموضع الحقيقي والمرئي) في لحظة معينة متساوية في كلا نظريتي الخارج المركز وفلك التدوير
البرهان : إذا اعتبرنا نصف قطر التدوير = البعد بين مركز العالم ومركز البروج .

في هذه الحالة (شكل ٥٦) ليكن Γ البروج مركزه ، ر ل التدوير مركزه ، ه ح الخارج مركزه ط . وانفرض أن مركز التدوير سار من ا إلى ب فتحرك الكوكب من نقطة ل إلى نقطة ر حيث

$$\Gamma \text{ ب ر } = \text{ ا د ب } ، \text{ ر ب } = \text{ ط د}$$

∴ الشكل ط د ب ر متوازي أضلاع

$$\therefore \text{ ط ر د } = \text{ ا د ر }$$

لكن ط ر د = زاوية الاختلاف في حالة نظرية الخارج المركز ،
د ر = « » « » « » فلك التدوير

ومن ذلك ينتج المطلوب

(٧) سا ، د : Γ ب

(٨) سا ، د : وعل

(٩) سا ، د : ب

(١٠) سا ، د : فلك

(١١) [ه ر على ب] : غير موجود في سا ، د

(١٢) د : غير موجود

زاوية رد أ المتبادلان وزاوية د مشتركة بين مثلثي م دن ، ك ط د (١) وهما متناسبا الأضلاع المحيطة بالزاوية لأجل مناسبة أضلاع ب رد لأضلاعها (٢) ولأجل (٣) تساوى الزوايا المتبادلة وتناسب الأضلاع المحيطة بها فإن نسبة ب و إلى در ك : دك (٤) إلى د ط و : دن إلى م د (٥) لما فرضنا أن نسبة ب و إلى دك وإلى دن مثل نسبة دب إلى ط ك وإلى م ن ونسبة در إلى دظ وإلى دم (٦) فيصير الزوايا المتناظرة من الثلاثة (٧) متساوية فزوايا (٨) رد ب ، دط ك ، دم ن (٩) متساوية فخطوط (١٠) ب د ، م ن ، ط ك (١١) متوازية فتصير زوايا أ د ب ، ح ك ط ، ل ن م (١٢) متساوية فالقسي (١٣) متشابهة وحينئذ يكون الكوكب مرتبا على خط واحد لا يختلف في الرؤية (١٤) وهو دم ر ط وذلك عندما يكون الكوكب على ط و : م و : رو (*) والنسبة

-
- (١) سا : م دور ، رطل - وفي د : ب در ، ل ط د
 (٢) سا ، د : [أضلاعها أضلاع ب رد] بدلا من [أضلاع ب رد أضلاعها]
 (٣) سا ، د : لأجل
 (٤) سا : [و : د ل]
 (٥) [و : دن إلى م د] : غير موجود في سا - وفي د : [و : در إلى ح و]
 (٦) (وإلى دن مثل نسبة دب إلى ط ل وإلى م ن ونسبة در إلى د ط وإلى دم : غير موجود في سا ويوجد بدلا عن ذلك [مثل نسبة د ل إلى ل ط ونسبة د ر إلى د ل]
 (٧) سا الثلاث
 (٨) سا : فزاويتا
 (٩) سا : رد ب ، دط ل ، دم ر
 (١٠) سا بخطوط
 (١١) سا : ب د ، م ر ، ط ك
 (١٢) ف : ا د ب ، ح ط ، ل ر م - وفي سا : ا د ب ، ح ط ل ، ل ر م
 (١٣) سا والقسي
 (١٤) ف ، سا ، د : الزاوية
 (٥) برهان نظرية (٢٥) في حالة اعتبار أن

$$\frac{\text{نصف قطر التدوير}}{\text{البعد بين مركز العالم ومركز الخارج}} = \frac{\text{نصف قطر البروج}}{\text{نصف قطر الخارج}}$$

لنفرض ا ب - البروج أو الموافق وليكن مركزه د (شكل ٥٧) ، وهو التدوير مركزه ب ، ح ط الخارج إذا كان أكبر من البروج ومركزه ك ، ل م الخارج إذا كان أصغر من البروج ومركزه ن .

المفروض أن مركز التدوير سار من ا إلى ب وأن الكوكب تحرك من ه إلى د

$$\text{والمفروض أيضا أن } \frac{ب}{د} = \frac{ب}{ط} \text{ وأن } \frac{ب}{ن} = \frac{ب}{م}$$

هذه (١) «ر» . ونقول أيضا إن القسي المتساوية من البعد الأبعد والأقرب في جهتين بحسب الرؤية تفعل (٢) اختلافا واحدا إلا أن (٣) الذي يقع منها في جانب الأوج ينقص التعديل والذي من جانب الحضيض يزيده والأمر سواء في الأصلين ولتبيين ذلك في أصل الخروج عن (٤) المركز لنخرج من مركز الأرض وهو نقطة ر خطأ (٥) مقاطعا للقطر كيف ما (٦) اتفق مثل (٧) در ب وهو لا عمالة يفصل د ج ، أب (٨) متساويين بالرؤية لأن الزاويتين المتقاطعتين متساويتان ونصل د ه ، ه ب فظاهر (٩) أن زاويتي د و ب متساويتان لتساوي الساقين

والمطلوب إثبات أن زاوية الاختلاف واحدة في الحالتين

$$\therefore \text{ر ب ه} = \text{د ب} \quad \therefore \text{د ب يوازي ر ب} \quad \therefore \text{د ب ر د} = \text{د ب د ر}$$

$$\text{لكن } \frac{\text{ر ب}}{\text{د ب}} = \frac{\text{ح ا ب}}{\text{ح ا د}} = \frac{\text{ح ا ب}}{\text{ح ا د}} = \frac{\text{ح ا ب}}{\text{ح ا د}} \quad ، \quad \frac{\text{ح ا ب}}{\text{ح ا د}} = \frac{\text{ح ا ب}}{\text{ح ا د}} = \frac{\text{ح ا ب}}{\text{ح ا د}}$$

$$\text{وحيث أن } \frac{\text{ر ب}}{\text{د ب}} = \frac{\text{ح ا ب}}{\text{ح ا د}}$$

$$\therefore \text{زاوية ط} = \text{زاوية ب د ر}$$

وبالمثل يمكن إثبات أن زاوية م = زاوية ب د ر

$$\therefore \text{ب د ر} = \text{ط} = \text{م}$$

لكن ب د ر = زاوية الاختلاف في حانة فلك التدوير

$$\therefore \text{ط} = \text{م} = \text{« الخارج المركز الأكبر »}$$

$$\therefore \text{م} = \text{« الأصغر »}$$

ومن ذلك يتبع المطلوب

$$(١) \text{ سا } \text{ هاذ}$$

$$(٢) \text{ ف } \text{ غير واضح } \text{ وف } \text{ سا } ، \text{ د } : \text{ يفعل}$$

$$(٣) \text{ ف } \text{ لأن - وف } \text{ سا } : \text{ الآن}$$

$$(٤) \text{ ب } \text{ من}$$

$$(٥) \text{ سا } ، \text{ د } \text{ غير موجود}$$

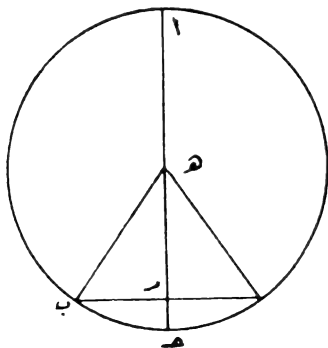
$$(٦) \text{ سا } \text{ غير موجود}$$

$$(٧) \text{ سا } \text{ مل مثل}$$

$$(٨) \text{ سا } \text{ د ، ح } \text{ ب}$$

$$(٩) \text{ سا } ، \text{ د } : \text{ وظاهر}$$

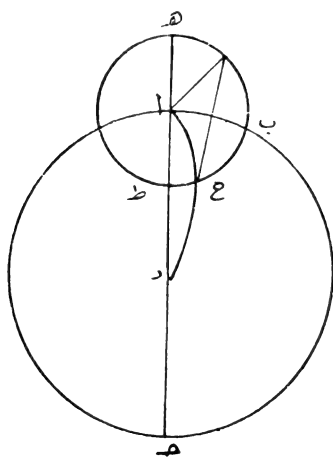
لكن زاوية دهر أصغر من خارجة در ح التي للمسبر المختلف (١) عند الحضيض
ومن زاوية أرب عند الأوج التي هي مثل زاوية در ح التي عند الحضيض بزاوية
دوهي الفضل بين الذي يرى وبين الوسط فراويتا د ب المتساويتان هما التفاوت بين
الذي يرى وبين الوسط (٢) وبه (٣) كان الوسط (٤) أكثر من المعدل المرئي تارة
وأصغر منه تارة وهما سواء فإذا (٥) الزيادة والنقصان فيهما شيء واحد (٥) « ح »



شكل (٥٨)

- (١) ف : في الهامش
(٢) [فراويتا د ب المتساويتان هما التفاوت بين الذي يرى وبين الوسط] في هامش ب
ومكرر في سا
(٣) ف : غير موجود
(٤) سا ، د : إلى الوسط
(٥) نظرية (٢٦) : إذا تساوت زاويتا الرؤية إحداها من الأوج والأخرى من الحضيض في اتجاهين
مختلفين فإن زاويتي الاختلاف تكونان متساويتين
البرهان : في شكل (٥٨) ، ليكن ر مركز العالم ، هـ مركز الفلك الخارج ولنرمم أي وتر
درب فتكون $\angle ر ب د = \angle د ر هـ$ فهما إذن متساويتان للرؤية وإحداها مقاسة ابتداء من الأوج بينما
الأخرى مقاسة من الحضيض
 $\angle د ر هـ$ هي الزاوية الحقيقية عند الأوج ، $\angle د ر ب$ الحقيقية عند الحضيض
∴ $\angle د ر هـ - \angle د ر ب = \angle د ر هـ - \angle د ر ب =$ زاوية الاختلاف لقوس الأوج
، $\angle د ر هـ - \angle د ر ب = \angle د ر هـ - \angle د ر ب =$ زاوية الاختلاف
لقوس الحضيض ونلاحظ أن إحداها بالزيادة والأخرى بالنقصان
فنمثل $\angle د ر هـ$ المتساويين ينتج أن
 $\angle د ر هـ = \angle د ر ب$
أي أن زاويتا الاختلاف متساويتان وهو المطلوب

وأما على أصل فلك التدوير فليكن القوسان من فلك التدوير قوسى (١) هـ ر ، ط ح كيف اتفق بعد أن يفصلهما خط واحد خارج من الذى هو مركز الموافق فمعلوم أنهما فى الرؤية (٢) متساويان أى يفعلان (٣) اختلافا واحدا لأن فضل الاختلاف وهو (٤) زاوية د فهما (٥) جديعا واحد بعينه لكن القوسين (٦) فى الحقيقة مختلفان فلنصل أ ح : أر فزاوية هـ ار (٧) أعظم من أر د أعنى (٨) بزاوية أدرو : أ ح ر أعظم من دا ح (٩) الداخلة (١٠) بزاوية (١١) د ولكن قد



شكل (٥٩)

تبين أن زاوية ر هى زاوية الحركة التى ترى عند الأوج لأن الفضل بينها (١٢)

- (١) ب ، سا ، د : قوسا
- (٢) سا ، د : الزاوية
- (٣) سا : يفعلون
- (٤) سا ، د : وهى
- (٥) سا ، د : فهما
- (٦) ف : القوس
- (٧) [فزاوية هـ ار] : غير موجود فى سا
- (٨) ب : غير موجود - وفى ف : فى المباش
- (٩) ف : ار د ح - وفى سا ، د : د ار هـ
- (١٠) سا : الداخلة
- (١١) [بزاوية د] : غير موجود فى سا
- (١٢) ب ، سا ، د : بينهما

وبين الخارجة التي هي ه أ ر التي للوسط هو زاوية د فزاوية (١) ر ناقصة عن زاوية ه أ ر التي للوسط بزاوية د وأما عند الحضيض فزاوية الحركة التي ترى هي زاوية أخرى (٢) مساوية (٣) ل : ر ح أ (٤) وتزيد على الزاوية الوسطى (٥) التي (٦) هي (٧) زاوية ط أ ح بزاوية د أيضا ثم هي في الحقيقة ناقصة عن ه ا ح (٨) بزاوية د وزائدة على ح أ ط بزاوية د أيضا (٩) فلذن (١٠) الحركة الوسطى في أبعد البعد تزيد على المرتبة (١١) تمثل ما تنقص (١٢) في أقرب (١٣) القرب عن المرتبة (١٤) إذا كانت النسبة هكذا (٥) .

(١) سا ، د : وزاوية

(٢) سا ، د : ع ا

(٣) سا ، د : ومساوية

(٤) ف ، سا ، د : [ل : ا د ع]

(٥) سا ، د : الوسط (٦) سا ، د : التي

(٧) سا ، د : هو

(٨) ف ، سا ، د : ه ا ر

(٩) سا غير موجود

(١٠) سا ، د : فإذا

(١١) سا ، د : المرتبة

(١٢) سا ، د : ما ينقص

(١٣) سا ، د : أوقات أقرب

(١٤) سا ، د : المرتبة

(٥) برهان نظرية (٢٦) في حالة فاك التدوير

في شكل (٥٩) ب ا ج البروج وسركزه د ، ه ر ح ط التدوير ومركزه ا فإذا رسمنا أى قاطع د ح ر ل يقطع التدوير في نقطتي ع ، ر وفرضنا أن الكوكب عن إحدى هاتين النقطتين في هذه الحالة :

ا ر د = زاوية الرؤية عند ر بالنسبة للأوج

، ا ح د = زاوية الرؤية عند ح بالنسبة للأوج

∴ زاوية الرؤية عند ح بالنسبة للحضيض = ١٨٠ - ا ح د - ا ر د

لكن في المثلث المتساوي الساقين ا ح د :

ا ر د = ا ح د

∴ زاويتا الرؤية متساويتان وإحدهما من الأوج والأخرى من الحضيض

لكن زاوية الاختلاف في الحالتين = ا د ر

∴ إذا تساوت زاويتا الرؤية إحداها من الأوج والأخرى من الحضيض كانت زاوية الاختلاف

في الحالتين واحدة ونلاحظ أنها في أحدهما = الحقيقي - المرئي وفي الأخرى = المرئي - الحقيقي

وبذلك يثبت برهان النظرية

فصل

فبا (١) يظهر للشمس من اختلاف الحركة (٢)

ثم شرع بطليموس في تحقيق الاختلاف الذى للشمس فقال لما كانت عودات الشمس تكون في زمان سواء وكان قطعها للأرباع ليس يرى في زمان سواء وكذلك القسي المتساوية الى هي أصغر من الأرباع ليست (٣) سواء (٤) بل كان مسيرها المرئي مختلفا إلا أن اختلافه في أمكنة واحدة بعينها وكان أصل الخروج أولى وجب أن نطلب قانون تعديله على أصل الخروج ونبدأ أولا بتقدير الخط الواصل بين المركزين وموضع البعدين الأبعد والأقرب من فلك البروج وذكر أن أبرخس لما عرف بالرصد أن مدة ما بين الاعتدال الربيعي إلى الانقلاب الصيفي (٥) أربعة وتسعون يوما ونصف يوم ومن ذلك الانقلاب إلى الخريفية (ص) يوما ونصف يوم استخرج منه أن نسبة الخط الواصل أنه (٦) جزء من (كد) من نصف قطار (٧) الخارج ون البعد الأبعدية تقدم (٨) المنقلب الصيفي (كدل) بالتقريب إذ هو لا محالة في هذا الربع لأن المسير (٩) فيه (١٠) أبطأ جدا (١١) واستحسن بطليموس طريقة أبرخس وبين أن الأمر على ما ذكره بحسب أرصاده فإنه وجد برصد رصده من الخريفية إلى الربيعية (قعح) يوما وربع يوم (١٢) ومن الربيعية إلى الصيفية (صد) يوما ونصف يوم وأن من هذا يجب أن يكون الأوج ونسب الخطوط على ما قال أبرخس «ط» فلتكن دائرة أب ح د فلك البروج على ه ودائرة ط ك ل م (١٣) فلك الخارج المركز (١٤) على ر ونقاط قطري أ ح ،

(١) ف في ما

(٢) [فصل فيما يظهر للشمس من اختلاف الحركة] : غير موجود في سا ، د

(٣) سا ، د : ليس (٤) سا ، د : سوى

(٥) سا ، د : الربيعي

(٦) ب غير موجود - وفي ف : بين السطرين

(٧) سا ، د : القطر

(٨) سا ، د : يبعد من

(٩) سا ، د : المشرقية

(١٠) سا ، د : غير موجود

(١١) ب : غير واضح

(١٢) [وربع يوم] : غير موجود في سا ، د

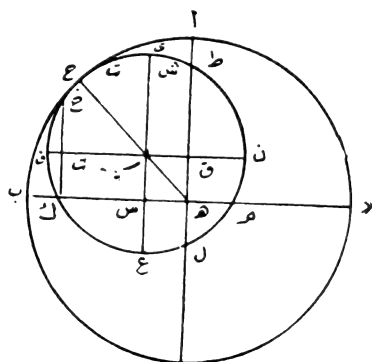
(١٣) ف ، سا ، د : ط ك ل

(١٤) سا : من المركز

ب د (١) على قوائم وأطرافها النقط الأربع وليكن (٢) الربعية و : ب الصيفية
ومن نقطة ر (٣) خط رس ع (٤) موازيا ل : أ ج (٥) يقطع ب د على س ر : ف ن
موازيا ل : ب (٦) د يقطع أ ج على ق ولأن رى (٧) خارج (٨) من المركز و : ق ط
من نقطة أخرى على قطر آخر (٩) فخط رى (١٠) أطول من ق ط (١١) فعمود
طش (١٢) على رى (١٣) من ق ط على د ب الموازى لرب يقع داخل الدائرة فيقطع رش (١٤)
مثل ق ط ولنخرجه إلى ث (١٥) فينصف (١٦) ط ث (١٧) على (١٨) ش (١٩)
لا محالة (٢٠) ولنخرج كذلك ث خ (٢١) منصفاً (٢٢) على ت (٢٣) فيكون
نقط ط ك ل م هى النقط الأربع فى الخارج و : ط بإزاء (٢٤) الربعية و : ك

-
- (١) سا ، د : ا ح ، د
(٢) سا ، د : وليكن
(٣) سا ، د : ن
(٤) ف : ن س ع - وف سا ، د د ر ع
(٥) سا ، د : [ل : ا ح]
(٦) سا ، د : [و : ا ر]
(٧) ف : د ب - وف سا ، ر : ر ب
(٨) سا ، د : غير موجود
(٩) سا ، د : ا د - وف ف : قطر ط ر ا ح حيث [ا ح] فى الهاش
(١٠) ف : د ب - وف سا ، د : ر ن
(١١) [من و ر ط] : غير موجود فى سا ، د - وف ف : ف ط
(١٢) سا ، د : ط س
(١٣) ف : [طش من ق ط على د ن الموازى ل : ر ب] - وف هاش ب : [من ق ط
إلى رى الموازى ل : ر ن]
(١٤) سا ، د : رس
(١٥) ف : ت
(١٦) سا ، د : فينصف
(١٧) ف ، سا ، د : ط ب
(١٨) سا ، د : لا محالة على
(١٩) ف ، سا ، د : س
(٢٠) سا ، د : غير موجود
(٢١) ف : ل ث د ع - وف سا ، د : ل د ع
(٢٢) ف : منتصفاً
(٢٣) ف : ث - وف سا ، د : غير واضح
(٢٤) ف : بإزاء .

بإزاء ب الصيفية وكذلك البواقى وقد علم برصد بطليموس أن ك ل م فى كم مدة قطع فقد علم إذن أجزاءه من المسير الوسط فيعلم نقصان ك م (١) من النصف وهو ضعف قوس ف ك وعلم (٢) أن ك ع نصفه وعلم أنه (٣) كم نقص عن الربع فنقصانه (٤) بقوس (٥) ك ف (٦) فقوس ك ف (٧) معلومة و يعلم برصد (٨)



شكل (٦٠)

بطليموس ك ط و : ك ف معلوم فيعلم طى (٩) الزيادة على الربع وليخرج الخط الواصل بين المركزين إلى فلك البروج وهو ه رح فلأن الحركة البطيئة فى النصف الشمالى ومن الربعين فى ك ط ففيه الأوج وهو عند نقطة ح (١٠) فلأن (١١) قوس طى (١٢)

(١) سا ، د د ل م

(٢) سا ، د د غير موجود

(٣) ب : غير موجود - وقى ف : بين السطرين

(٤) سا ، د د : بنقصانه

(٥) سا : غير واضح

(٦) سا د ل ب

(٧) سا ، د ل ب

(٨) سا د غير موجود

(٩) ف ، سا ، د : ط ن

(١٠) سا ج

(١١) ب ولأن

(١٢) ف سا د ط ن

معلومة (١) فضعه ط ت (٢) معلوم (٣) فوتره ط ش ث (٤) معلوم نصفه ط ش (٥) معلوم وكذلك ك ت (٦) معلوم فإذن (٧) ق ر ، رس (٨) الموازيان لهما معلومان وذو أربعة أضلاع ق ه س ر (٩) معلوم الأضلاع و : هر وتر القائمة وهو (١٠) الخط الواصل معلوم فزوايا (١١) المركز من المثلث معلومة فزاوية أ ه ح أعني قوس أ ح معلومة فقد علمت نسبة (١٢) انواصل إلى نصف قطر الحامل وعلم بعد الأوج من الربيعية والأرباع من الخارج (١٣) معلومة (٥). وقد خرج

- (١) سا : معلوم
(٢) ف : ط ب
(٣) ب : فمعلوم
(٤) ف : ط ب ، ت - وفي سا : ط ش ب
(٥) سا ، د : ط س
(٦) ف ، سا ، د : ل ث
(٧) سا ، د : فإذا
(٨) ف : ق ن ، ر ش
(٩) ب ، د : و ب س
(١٠) ب ، د : و س
(١١) سا : د : وزوايا
(١٢) سا : بسبب

(١٣) [من الخارج] : في هامش ب ، ف

(٥) طريقة تمييز موقع الأوج إذا عرفت الفترات بين بعض النقاط الأساسية الأربعة (الاعتدالين والانتقالين)

البرهان : برهن ابن سينا ذلك في حالة خاصة اعتمد فيها على أرصاد بطليموس . ولا حظ أن ابن سينا ذكر أن هذه الأرصاد تغطي المدة من نقطة الخريف إلى نقطة الربيع ومقدارها $١٧٨\frac{1}{4}$ يوما وكذلك المدة من نقطة الربيع إلى نقطة الصيف وهي ٩٤ يوما ، ولكن البرهان الذي ساقه يتصل بمعرفة المدة من نقطة الصيف إلى الشتاء ومن نقطة الربيع إلى الصيف .

ففي شكل (٦٠) ب د البروج ومركزه ه والمستقيان ا ب ، د قطران متعامدان . ونفرض أن ا نقطة الربيع ، ب الصيف ، ح الخريف ، د الشتاء . وبذلك تكون المدة من نقطة ب إلى ج إلى د تساوي $١٧٨\frac{1}{4}$ يوما ومن نقطة ا إلى ب ٩٤ يوما

•• أكبر مدة بين نقطتين هي التي من ا إلى ب

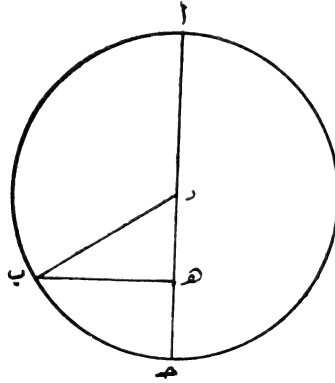
•• الحركة أيضا في ذلك الربع

•• الأوج يقع في تلك المنطقة ، وبذلك يكون مركز الخارج واقعا في ذلك الربع نفرض أن مركز

الخارج هو نقطة ر وأن دائرة الخارج هي ط ل م حيث ط ، ل نقطتا تقاطعها مع ا ب ، ل م نقطتا تقاطعها مع ب د

•• كانت الشمس تقابل نقطة ط في الربيع ، ل في الصيف ، م في الخريف ، م في الشتاء

مكان الأوج ونسبة الواصل على ما ذكر أبرخس فلما كان أوج الشمس حيث وجده أبرخس (١) حكم (٢) أن أوج الشمس ثابت غير متحرك وأما المتأخرون فلما رصلوا في أيام المأمون على هذه السيل بعينها وجدوا أوج الشمس زائلا عن الموضع الذي ذكره أبرخس على حسب حركة الكواكب الثابتة وكذلك وجدناه (٣) في



شكل (٦١)

∴ المعلوم من الرصد هو قوس $\angle م ل م$ ، $\angle ا ب$
نرسم القطرين $ي ر ع$ ، $ف ر ن$ موازيان للقطرين المتعامدين $ا ح$ ، $ب ح$ ويقطعا $ا$ في نقطتي $ق$ ،
س . ونرسم الوتر $ط ش$ حيث موازيا للقطر $ف ر ن$ وقاطعا القطر الآخر في نقطة $ش$ ، وكذلك
نرسم الوتر $ل ع$ حيث موازيا ل $ي ر ع$ وقاطعا الآخر في نقطة $ت$.
وأخيرا نصل $هـ ر$ ونمده ليقابل المحيط في نقطة $ح$ فتكون هي الأوج وتكون الزاوية $ا هـ ح$ هي
بعد الأوج عن نقطة الربيع وهي المطلوب إيجادها .

∴ القوس $\angle ل م ل$ معلوم

∴ $١٨٠ - \angle ل م ل = \angle ٢$ ف معلوم

∴ $\angle ط ل$ معلوم

∴ $\angle ط ل - \angle ل ف = \angle ف ط$ ف معلوم

∴ $\angle ط ف - ٩٠ = \angle ط ي$ معلوم

ومن $\angle ل ف$ ، $\angle ط ي$ نعرف ضمفيهما $\angle ف خ$ ، $\angle ط ث$ ومن ذلك نعلم وترفيهما $\angle ف خ$ ، $\angle ط ث$

ونصف الوترين هما $\angle ل ت$ ، $\angle ط ش$

لكن $\angle ل ت = \angle ق هـ$ ، $\angle ط ش = \angle ق ر$

∴ في المثلث $ق هـ ر$: نعرف $\angle ق هـ$ ، $\angle ق ر$ ، انبعاث بين المراكز $هـ ر$

∴ يمكن تعيين زاوية $ا هـ ح$ وهو المطلوب

(١) سا أبرخس (٢) سا ، د فحكم

(٣) سا وجدنا

صدنا بعد تصنيفنا هذا الكتاب. «ى» ثم شرع بطليموس في تبين غاية الاختلاف ولأنها عند اثنين وتسعين جزءا وثلاث^(١) وعشرين دقيقة من الأوج في الخارج أو في التدوير فين أولا على أصل الخروج وقال ^(٢) فليخرج من ه مركز فلك ^(٣) البروج عمودا على القطر إلى ب ولنصل ^(٤) دب وقد تبين أن ذلك يقع حيث يكون غاية فضل الاختلاف ومثلث د ه ب معلوم الأضلاع لأن نسبة دب إلى د ه معلوم بالشكل الذى قبل هذا الشكل ^(٥) وزاوية ه قائمة فالزوايا البواقى ^(٦) معلومة فزاوية ب معلومة . وقد خرجنا ^(٧) بالحساب جز أين ^(٨) وثلاثا ^(٩) وعشرين دقيقة ^(١٠) بالأجزاء التى بها أربع ^(١١) زوايا ^(١٢) قوائم ثلاثمائة وستون ^(١٣) جزءا و : أ د ب الخارجة معلومة فقموس أ ب معلومة ^(١٤) بالشكل الذى قبل هذا الشكل وزاوية ه قائمة فالزوايا البواقى ^(١٥) معلومة ^(١٦) وقد خرجت ^(١٧) بالحساب على ما ذكرنا وهو بزيادة ^(١٨) فضل الاختلاف على الربع «يا» وأما على أصل التدوير

(١) ب ، سا ، د : وثلاثة

(٢) سا ، د : غير موجود

(٣) ف ، سا ، د غير موجود

(٤) ب ونصل

(٥) سا ، د : غير موجود

(٦) [معلوم بالشكل الذى قبل هذا الشكل وزاوية ه قائمة فالزوايا البواقى] : غير موجود

في ب

(٧) ف ، سا ، د خرج

(٨) ب : جزآن

(٩) سا ، د : وثلاثة

(١٠) ب وثلاثة وعشرون

(١١) سا ارتفع

(١٢) ف ، سا ، د : غير موجود - وفى ب : في الهامش

(١٣) [ثلاثمائة وستون] : غير موجود فى ب ، وبدلا منها يوجد [شس]

(١٤) سا ، د : معلوم

(١٥) ب : الباقى

(١٦) [بالشكل الذى قبل هذا الشكل وزاوية ه قائمة فالزوايا البواقى معلومة] : في هامش ب

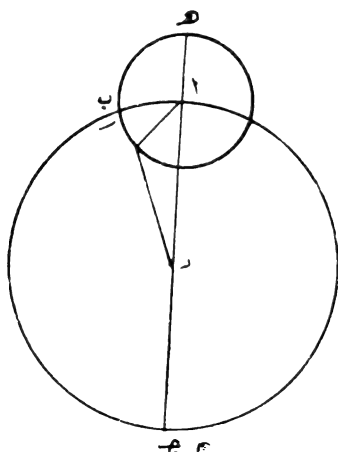
وغير موجود فى سا ، د ، ف

(١٧) فى ب : و - وفى سا : غير موجود - وفى ف : بين السطرين

(١٨) سا ، د : وخرج

(١٩) ب : في الهامش - وفى سا ، د : زيادة - وفى ف : بين السطرين

فليكن أب > (١) الفلك الموافق و : ب هـ ر (٢) التلويز على أ و : در (٣) المماس
من المركز و : أ ر لا محالة عمود عليه ونسبة أ ر : أ د (٤) معلومة فالثلث والأضلاع
والزوايا على ما علمت معلومة وزاوية (٥) د معلومة (٦) فاقوس الفضل معلومة (٧)



شكل (٦٤)

وزاوية هـ أ ز الخارجة معلومة من جهة (٨) زوايا المثلث فاقوس هـ ب ر وهي البعد
من الأوج معلومة وقد خرج على ذلك الحساب (٥).

- (١) ف ، سا ، ا ب د
(٢) ف ، سا ، [و : هـ ب ر]
(٣) ف ، سا ، د : [و : در ب]
(٤) سا ، [ا ر : ا د] - وف : [ا : د]
(٥) ف ، سا ، د : فزاوية
(٦) [وزاوية د معلومة] : في هامش ب
(٧) سا ، معلوم معلومة
(٨) سا ، د ، غير موجود

(٥) غاية الاختلاف للشمس تحدث عندما يكون الموضع الحقيقي للشمس ٢٣ ° ٩٢ ' من الأوج
البرهان : أورد ابن سينا برهان بطليموس بطريقتين طريقة الخارج المركز وطريقة
فلك التدوير

(١) طريقة الخارج المركز : في شكل (٦١) ا ب > الخارج ومركزه د ، ولتكن نقطة هـ
مركز العالم ، هـ ب عمودى على ا ب د هـ >
∴ د ب هـ هي غاية الاختلاف ، ا ب د الموضع الحقيقي للشمس

فصل

في معرفة الاختلافات الجزئية (١)

وأما كيف يمكن لنا أن نعرف تقويم الشمس في أى وقت شئنا فنقول إنه متى عرفنا بعد المسير الأوسط من الأوج عرفنا ما يخصه من الاختلاف وعرفنا المكان المقوم من فلك البروج ولنجعل البيان الأول على أصل الخروج «يب» فايكن (٢) أب ج الموافق المركز حول د : هـ رح الخارج المركز حول ط وقوس هـ معلومة ونصل ط ر ، در ف : أب من فلك البروج هو (٣) المطلوب وهو ما يرى ، بإزاء (٤) ر ويخرج (٥) ر ط إلى ك حيث يقع عليه من المركز عمود د ك فزاويتا ك و : ك ط د (٦) مقاطعة هـ ط ر المعلومة معلومتان ووتر ط د يكون قطرا (٧) للدائرة (٨) التي ترسم عليه (٩) معلوم فالمثلث على ما قيل معلوم (١٠) نسب الأضلاع

من قبل () .
 $\frac{\text{البعد بين المركزين}}{\text{نصف قطر الخارج}} = \frac{د هـ}{د ب}$ ، $٩٠ = \angle د هـ ب$.
 وهي نسبة معلومة (لم يشر ابن سينا إلى قيمتها

من قبل) .
 زاوية د ب هـ تصبح معلومة

زاوية د ب هـ = ٩٠ + د ب هـ تصبح معلومة ونستنتج منها القيمة المذكورة

(ب) طريقة فلك التدوير : في شكل (٦٢) ا ب هـ البروج ومركزه د ، هـ ب ر ذلك التدوير .
 د رماس للتدوير

زاوية ا د ر هي غاية الاختلاف ، هـ ا ر الموضع الحقيقي

نسبة $\frac{ا ر}{ا د} = \frac{\text{نصف قطر التدوير}}{\text{نصف قطر البروج}}$ = نسبة معلومة

يمكن معرفة زاوية ا د ر ومنها هـ ا ر ويتج المطلوب

(١) [فصل في معرفة الاختلافات الجزئية] : غير موجود في س ، د

(٢) ب : وليكن

(٣) ف : وهو

(٤) ف : بازا هـ

(٥) س ، د : ونخرج

(٦) س ، د : [ل ، ل ط]

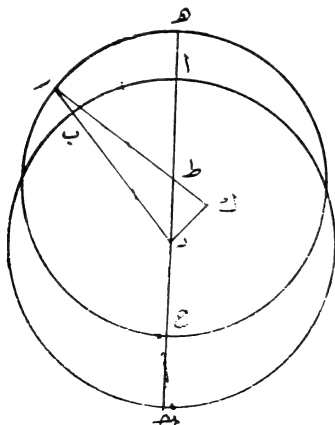
(٧) ف ، س ، د : قطر

(٨) ف ، س ، د : الدائرة .

(٩) ف ، س ، د : عليها .

(١٠) س ، د : معلوما .

والزوايا و : ط د (١) من أضلاعه معلوم النسبة إلى ط ر فيكون (٢) ك ط ، ط ر معلوم النسبة ف: ك ر معلوم بتلك الأجزاء و : ك د معلوم وزاوية ك ل حائمة ف: در (٣) معلوم والزوايا معلومة فزاوية (٤) د الفضل معلومة وزاوية ك در (٥) معلومة نذهب ك د ط المعلومة تبقى أ در (٦) معلومة (٧) ف: أ ب معلوم وإذا كان هـ ر ثلاثين جزءا كان أ ب (كح نا) (٨) «يحيى» ونقول أيضا إن وضعت



شكل (٦٣)

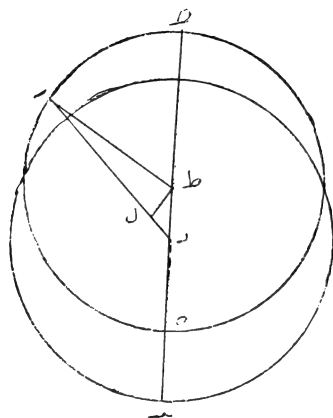
المعلوم زاوية قوس فلك البروج أو زاوية الفضل فسائر ذلك معلوم منه فنضع أولا

- (١) ف : [و : ط ر] .
- (٢) ف ، سا : يكون .
- (٣) سا : فذر .
- (٤) ف ، سا ، د : ر .
- (٥) سا ، د : ل د ب .
- (٦) سا ، د : د ب .
- (٧) ف : معلوما .
- (٨) سا ، د : ل يا .

(٥٥) تحويل بعد المسير الأوسط من الأوج (الموضع الحقيقي) إلى المكان انقوم من البروج (الموضع المرئى) بطريقة الخارج المركز .

الطريقة : في شكل (٦٣) نفرض \angle البروج ومركزه د ، هـ ر الخارج ومركزه ط ، ولتكن الشمس على الخارج عند نقطة ر أى أن هـ ط ر معلومة ، فإذا قطع د ر محيط البروج في ب كانت هـ الموضع المرئى أى أن زاوية \angle د هـ هي الزاوية المرئية المطلوبة نسط المود د ل على ط ر

زاوية معلومة ونخرج (١) عمود ط ل على در فلان زاويتي د ، ل من مثلث ط د ل



شکل (٦٤)

ليقابه في \angle ، والمفروض أن النسبة $\frac{د ط}{ط ر}$ معلومة

في المثلث د ط ل : $\angle = 90^\circ$ ، $\angle = \angle$ و \angle ر معلومة
 $\therefore \angle$ د ط تصبح معلومة .

\therefore النسبتان $\frac{\angle}{د ط}$ و $\frac{\angle}{د ط}$ تصيران معلومتين .

أي أن $\frac{\angle}{ط ر} \div \frac{د ط}{ط ر}$ ، $\frac{\angle}{د ط} \div \frac{د ط}{ط ر}$ معلومتان

لكننا نعلم $\frac{د ط}{ط ر} \therefore \frac{\angle}{ط ر}$ ، $\frac{\angle}{ط ر}$ معلومتان

$\therefore \frac{\angle}{ط ر} + \frac{ط ر}{ط ر}$ ، $\frac{\angle}{ط ر}$ معلومتان

$\therefore \frac{\angle}{ط ر}$ ، $\frac{\angle}{ط ر}$ معلومتان ومن ذلك نعلم النسبة $\frac{\angle}{د}$

\therefore زوايا المثلث ر ل د تصبح معلومة وخاصة زاوية ر د ل

لكننا عرفنا زاوية ل د ط

\therefore زاوية ط د ر تصبح معلومة وهي زاوية د د المطلوبة .

(١) ما ، د : ولنخرج .

القائم الزاوية معلومة ف : د ط (١) معلوم النسبة إلى ط ل (٢) فالمثلث وأصلاعه وزواياه معلومة بتلك النسبة أيضا و : ط ر ، ط ل معلوما (٣) النسبة (٤) وزاوية قائمة ف : ل ر (٥) من مثلث ط ل ر معلوم والزوايا كلها معلومة فزاوية ر لفضل الاختلاف معلومة (٦) وزاوية ط ر الخارجة بل قوس ه ر كله معلوم ولنضع زاوية ر في دمه الصووة بعينها معلومة و : ط ر وتر القائمة معلوم أيضا كما ذكر في الشكل الذي قبله فمثلث ط ر ل معلوم الأضلاع والزوايا وكان أولا مثلث ط ل د (٧) معلوما فمثلث ط ل د (٨) معلوم (٩) من ضلعين وزاوية قائمة فزاوية د معاومة فزاوية ط الخارجة معلومة فقوس ه ر معلومة (١٥) «يد» وأما بيان ذلك من أصل التدوير والمعلوم

(١) ف : [ف : ط ر] - وفي سا ، د : [و : ب د]

(٢) سا ، د : ط ر .

(٣) سا ، د : معلوم .

(٤) سا ، د : غير موجود .

(٥) سا ، د : [ف : ل ر] .

(٦) [فزاوية ر لفضل الاختلاف معلومة] : غير موجود في سا ، د .

(٧) سا ، د : ط ل .

(٨) ف : ط ر د .

(٩) [معلوما فمثلث ط ل د معلوم] : غير موجود في سا ، د وبدا منها يوجد [معلوم

الأضلاع والزوايا وكان أولا مثلث ط ل معلوما]

(١٥) تعيين الموضع الحقيقي وزاوية الاختلاف من الموضع المرئى

وتعيين الموضع الحقيقي والموضع المرئى من زاوية الاختلاف بطريقة خارج المركز .

الطريقة : في شكل (٦٤) ه البروج ومركزه د ، ه ر خارج ومركزه نقطة ط .

أولا : لنفرض أننا نعرف الموضع المرئى أى زاوية ه د ر

والمطلوب تعيين زاويتي ه ط ر الموضع الحقيقي ، ط ر د زاوية الاختلاف لذلك نرسم العمود

ط ل على د ر .

في المثلث ط د ل : زاوية ل = ٩٠ ، زاوية د معلومة .

∴ يمكن معرفة $\frac{\text{ط ل}}{\text{ط د}}$

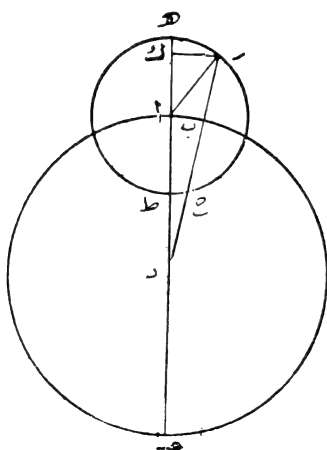
لكن هذه النسبة = $\frac{\text{ط ل}}{\text{ط ر}}$. حيث $\frac{\text{ط ر}}{\text{ط د}}$ معاومة

∴ يمكن معرفة $\frac{\text{ط ل}}{\text{ط ر}}$ من ذلك ينتج زاوية ط ر د وهى زاوية الاختلاف المطلوبة

∴ الموضع الحقيقي = ه ط ر : ه د ر + ط ر د وهو المطلوب

ثانيا : لنفرض أننا نعرف زاوية الاختلاف ط ر د

قوس من الأوج فليكن أ ب هـ الفلك الموافق على دو على أفلك التدوير (١) عليه (٢)
 هـ ر ح ط (٣) وقد أخرجنا د إلى هـ الأوج وجعلنا هـ معلوما وليكن ثلاثين (٤)
 جزءا ووصلنا رأ ، رد (٥) وأخرجنا عمود رك على د هـ فزاويتا ز أك : ركأ (٦)
 من مثلث ركأ معلومتان (٧) و : رأ معلوم فجميع أضلاع المثلث وزواياه كما



شكل (٦٥)

والمطلوب تعيين زاويتي ط والموضع الحقيقي . ف در الموضع المرئي من زاوية ط رد المعلومة

نعرف النسبة $\frac{ط ل}{ط ر}$

هذه النسبة = $\frac{ط ل}{ط د} \cdot \frac{ط د}{ط ر}$ حيث $\frac{ط د}{ط ر}$ معلومة

∴ يمكن معرفة $\frac{ط ل}{ط د}$

∴ زوايا المثلث ط ل دالم الزاوية تصبح معلومة ومن بينها زاوية ف د ر الموضع المرئي المطلوب

ومن ذلك نعرف الموضع الحقيقي ف ط ر

(١) سا ، د : تدويره .

(٢) سا ، د : غير موجود .

(٣) سا ، د : ر ح ط .

(٤) ب : ثلاثون .

(٥) ف ، سا : ر أ ، ر ح .

(٦) سا : ف ، ل .

(٧) سا ، د : معلوم .

قبل معلومة وكان أ د معلوم النسبة إلى أ ر (١) وكذلك إلى أ ك (٢) فكذا
 إلى أ ك فجميع ك د (٣) معلوم وزاوية ك قائمة و : ك ر معلوم فمثلث ر ك د
 معلوم (٤) الزوايا فزاوية د معلومة وخرجت كما في أصل الخروج (**) وبه ، وليكن
 البيان على أصل التلويز والمعلوم أولا زاوية رآل للقوس المربعة من فلك البروج هي
 المعلومة ونخرج على ر د عود أ ل وزاوية ل قائمة وخط أ ر وزاوية ر (٥) معلومان
 فخط أ ل من المثلث معلوم فمثلث أ ل د لما تعلمه (٦) معلوم الزوايا فزاوية د معطاة فتبقى
 زاوية ر أ ه معطاة (٧) فقوس ه ر معطاة (٨) وأيضا فلنضع زاوية (٩) د معلومة يكون على

(١) ف : أ د .

(٢) ف : أ ه - [وكذلك إلى أ ل] : غير موجود في س ، د .

(٣) س ، د : ل .

(٤) [فمثلث ر ك د معلوم] : غير موجود في س ، د .

(٥٥) تعيين الموضع المرئى من الموضع الحقيق بطريقة فلك التلويز .

في شكل (٦٥) ليكن أ ه البروج ومركزه نقطة د ، ه ع ط التلويز على مركز أ ، وليكن الكوكب

عند نقطة ر على فلك التلويز والمعلوم هو الموضع الحقيق أى زاوية ر أ ه

المطلوب تعيين الموضع المرئى أى زاوية ر د ه

الطريقة : نسطر العمود ر ل على القطار ه د أ ه

في المثلث ر ل أ : زاوية ل = ٩٠ ، ر أ ل معلومة .

∴ يمكن معرفة النسبتين $\frac{ر ل}{ر أ}$ ، $\frac{ل أ}{ر أ}$

وهاذان النسبتان تساويان $\frac{ر ل}{ر د}$ ، $\frac{ر د}{ر أ}$ ، $\frac{ل أ}{ر د}$. $\frac{ر د}{ر أ}$

لكن النسبة $\frac{ر د}{ر أ}$ معلومة

∴ نستطيع معرفة $\frac{ر ل}{ر د}$ ، $\frac{ل أ}{ر د}$ أى $\frac{ر ل}{ر د}$ ، $\frac{ل أ}{ر د}$

ومن ذلك تصبح زوايا المثلث ل ر د معلومة

أى أن زاوية ر د ه الموضع المرئى تصبح معلومة وهو المطلوب .

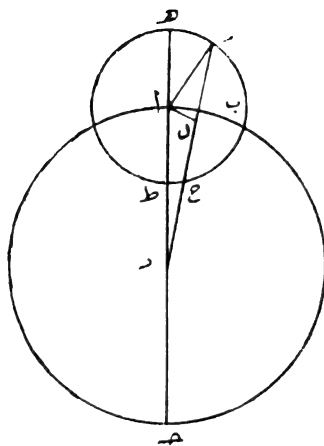
(٥) س ، د : غير موجود .

(٦) س : نقطه .

(٧) س : معطاه

(٨) س : معطاه .

(٩) س : مكرر



شكل (٦٦)

هذا القياس مثلث دأل (١) معلوما و : أ ل و : أر (٢) معلومان وزاوية أ ل ر (٣) قائمة فالأضلاع والزوايا معلومة فزاوية ر أيضا زاوية ر أ ه (٤) معلومة بل قوس ه ر وقد خرج بالحساب على ما قيل فهذا والقسي من جانب الأوج (*) «يو»

$$(١) \text{ صا ، د : د ا : د ا .}$$

$$(٢) \text{ صا ، د : د ا : [و : ب ا]}$$

$$(٣) \text{ ف : ا ل د .}$$

$$(٤) \text{ صا ، د : د ر ه ا}$$

(٥) تعيين الموضع الحقيقي والموضع المرئى من زاوية الاختلاف

وتعيين الموضع الحقيقي وزاوية الاختلاف من الموضع المرئى بطريقة ذلك التدوير

الطريقة : فى شكل (٦٦) نفرض أن ا ح البروج ومركزه نقطة د ، ه ر ح التدوير على مركز ا ، وايكن رموضع الكوكب على فلك التدوير .

أولا : المعلوم لما زاوية الاختلاف ا ر د

والمطلوب تعيين الزاوية الحقيقية ه ا ر والمرئية ه ر د

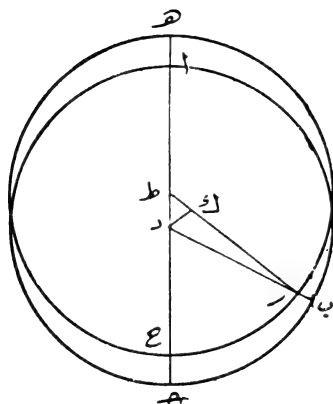
لذلك نحسب المسود ا ل على د ر

فى المثلث ا ر ل : زاوية ل = ٩٠ ، زاوية د معلومة

$$\therefore \text{ يمكن معرفة } \frac{ا ل}{ا ر}$$

$$\text{وهذه النسبة تماثل } \frac{ا ل}{د ا} \cdot \frac{ا ر}{ا د} \text{ حيث } \frac{ا ر}{ا د} \text{ معلوم}$$

ثم لناخذ القسي من جانب الحضيض ولنأت (١) بأربعة أشكال أخرى ولنبدأ بأصل الخروج وايكن ح ر (٢) معلوما من ح (٣) الحضيض وهو ثلاثون جزءا



شسكل (٦٧)

من ذلك تعلم $\frac{ل}{د}$

°. المثلث $ل د$ القائم الزاوية يصح زواياه معلومة
أى أن زاوية $ل د$ تصير معلومة وهى الزاوية المرئية
ومنها نستنتج زاوية $هـ ل ر$ الحقيقية

ثانيا : نفرض أن الزاوية المرئية المعلومة $هـ ل د$
والمطلوب تعيين الزاوية الحقيقية $هـ ل ر$ وزاوية الاختلاف $ل ر د$
في المثلث $ل د ر$: زاوية $ل = ٩٠$ ، زاوية $ل د ر$ معلومة

°. يمكن معرفة النسبة $\frac{ل}{د}$

وهذه النسبة تعادل $\frac{ل}{ر}$ ، $\frac{ل}{د}$ حيث $\frac{ل}{د}$ معلوم

°. تصبح النسبة $\frac{ل}{ر}$ معلومة

وبذلك يصح المثلث $ل ر د$ القائم الزاوية معلوم الزوايا

ومن ذلك نعرف زاوية الاختلاف $ل ر د$

ومنها تنتج الزاوية الحقيقية $هـ ل ر$.

(١) سا : ولأتى .

(٣) سا : ح

(٢) ف : ح د

ولتصل ط ر ، در (١) ونخرج در (٢) إلى ب ونخرج من د إلى ط ر عمود دك فيصير كما تبين مثلث ط د ك معلوم الزوايا والأضلاع و : د ك معلوم وزاوية ك قائمة فمثلث د ك ر أيضا معلوم الزوايا والأضلاع ل مثلث ط د ر (٣) فيصير (٤) زاوية ب د ح (٥) أعني قوس ب ح معاومة (**) «ير» وأما من جهة الزاوية فلنضع أولا زاوية د معاومة ونخرج عمود ط ل يلقى ر د على ل فيصير كما تقدم ط ل د معلوم الأضلاع والزوايا وكذلك ط ل ر (٦) ثم ط د ر (٧) وتبقى (٨) زاوية ر ط ح (٩) معلومة . وإن وضعت زاوية ر وهي فضل الاختلاف معنومة وزاوية ل قائمة . وخط ر ط (١٠) معلوم فيصير المثلث معلوم النسب وأيضا ط ل ، ط د معلومان وزاوية ل قائمة فأضلاع مثلث

$$(١) \text{ سا ، د : د : ط د ، در}$$

$$(٢) \text{ ف ، سا ، د : د : ط .}$$

$$(٣) \text{ سا ، د : د : ط د ب}$$

$$(٤) \text{ سا : تصير .}$$

$$(٥) \text{ ف : ب د ح - وفي سا : ب ح ح .}$$

(٥٥) تعيين الموضع الرئي من الموضع الحقيقي مقاسان من الحضيض بطريقة الخارج المركز . في شكل

(٦٧) نفرض **ا** ح البروج ومركزه نقطة د ، **هـ** ر ح الخارج ومركزه نقطة ط ، ولنفرض أن

الكوكب عند نقطة ر على الخارج حيث زاوية ر ط ح الموضع الحقيقي معلومة

المطلوب تعيين زاوية ب د ح المرئية .

الطريقة : نسقط العمود د ل على ر ط .

في المثلث ط د ل : زاوية ل د ر = ٩٠ ، زاوية ط معلومة

$$\therefore \text{ يمكن معرفة } \frac{\text{د ل}}{\text{د ط}}$$

$$\text{وهذه النسبة} = \frac{\text{د ل}}{\text{د ر}} \cdot \frac{\text{د ر}}{\text{د ط}} \text{ حيث } \frac{\text{د ر}}{\text{د ط}} \text{ معلوم}$$

$$\therefore \text{ تصبح النسبة } \frac{\text{د ل}}{\text{د ر}} \text{ معلومة}$$

وبذلك تصبح زوايا المثلث ر ل د القائم الزاوية معلومة

ومن ذلك نعلم زاوية ك ر د ومنها زاوية ب د ح المطلوبة

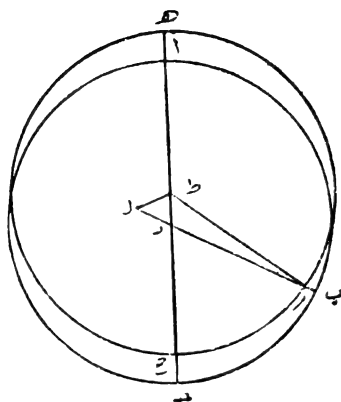
$$(٦) \text{ ف ، سا ، د : د : ط ل ب}$$

$$(٧) \text{ ف : ط ر ب حيث [ثم ط ر ب] في المماس - وفي سا ، د : د : ط ر ب .}$$

$$(٨) \text{ ب : تقي .}$$

$$(٩) \text{ سا ، د : د : ب ط ح .}$$

$$(١٠) \text{ سا ، د : د : ب ط .}$$



شكل (٦٨)

ط دل (١) وزواياه معلومة فزاوية ط دل أعنى ب د ج (٢) أعنى قوس ب ج (٣) معلومة وكذلك جميع زاوية ط معلومة ر : ط ل (٤) ف : ر ط ح أعنى قوس رح معلوم (*) « يح » . ولنبين هذا بعينه على أصل التدوير وليكن

(١) ف : ط د ل - وق سا ، د : ط د ل .

(٢) سا ، د : ب د ح .

(٣) سا ، د : ب د ح .

(٤) ب : في الهامش - وق سا ، د : ط د ل - وق هامش ف : ط د ل .

(٥) تعيين الموضع الحقيقي والموضع المرئي بالقياس إلى الخفيض بمعرفة زاوية الاختلاف وتعيين الموضع الحقيقي وزاوية الاختلاف من الموضع المرئي بطريقة الخارج المركز . الطريقة : في شكل (٦٨) ليكن ا ب ه البروج ، ه رح الخارج ولنفرض أن الكوكب عند نقطة ر من الخارج المركز .

أولا : المفروض أننا نعرف زاوية ب د ه المرئية مقاسة من الخفيض

والمطلوب تعيين زاوية ر ط ح الحقيقية ، ط ر د الاختلاف .

نزل العمود ط ل على ب د

في المثلث ط د ل : زاوية ل قائمة ، زاوية ط د ل معلومة لأنها تساوى ب د ه المرئية

∴ يمكن أن نعلم $\frac{\text{ط ل}}{\text{ط د}}$

وهذه النسبة = $\frac{\text{ط ل}}{\text{ط ر}} \cdot \frac{\text{ط ر}}{\text{ط د}}$

لكن النسبة $\frac{\text{ط ل}}{\text{ط د}}$ معلومة ∴ تصبح $\frac{\text{ط ل}}{\text{ط ر}}$ معلومة

فزاوية د معلومة فقوس أب معلومة (٥٥) . ويطء وأما من جهة الزاوية فليكن أولا زاوية ما يرى (١) من فلك البروج معلومة ولنخرج أ ل عمودا على د ب وزاوية أ ح ب زاوية ما يرى (٢) من فلك البروج لأنها مساوية للوسط والتعديل لكنها فرضت معلومة فيصير المثلثان أعنى مثلث أ ل ح بمعرفة ضلع أ ح وزاويتي ل و ح (٣)

(٥٥) تعيين الموضع المرئي من الموضع الحقيقي مقاسان من الحضيض بطريقة فلك التدوير .
الطريقة : في شكل (٦٩) ليكن α البروج ، θ التدوير ولنفرض موقع الكوكب على فلك التدوير عند نقطة ح .

المفروض أننا نعلم زاوية ط ا ح الحقيقية مقاسة من الحضيض .

والمطلوب تعيين الزاوية المرتبة ط ا ب

نسقط العمود ح ل على القطر ط ا -

في المثلث ل ا ح : $\angle ك = ٩٠$ ، زاوية ا معلومة .

∴ نعرف النسبة $\frac{ل ا}{ا ح}$

وهذه النسبة تماثل $\frac{ل ا}{ا د}$. $\frac{ا د}{ا ح}$

لكن $\frac{ا د}{ا ح}$ نسبة معلومة ∴ $\frac{ل ا}{ا د}$ تصبح معلومة

ومن ذلك نستنتج قيمة $\frac{ا د - ل ا}{ا د}$ أى $\frac{ل ا}{ا د}$

وبالمثل يمكن معرفة $\frac{ل ا}{ا ح}$ وهى تساوى $\frac{ل ا}{ا د}$. $\frac{ا د}{ا ح}$

∴ ينتج لنا النسبة $\frac{ل ا}{ا د}$

وبالقسمة ننتج النسبة $\frac{ل ا}{ا د} = \frac{ل ا}{ا د} \div \frac{ا د}{ا ح} = \frac{ل ا}{ل ح}$

ومن ذلك نستنتج زاوية د وهى زاوية الاختلاف المطلوبة

لكن زاوية ط ا ب المرتبة = ط ا ح الحقيقية + \angle

∴ يمكن معرفة زاوية ط ا ب المرتبة

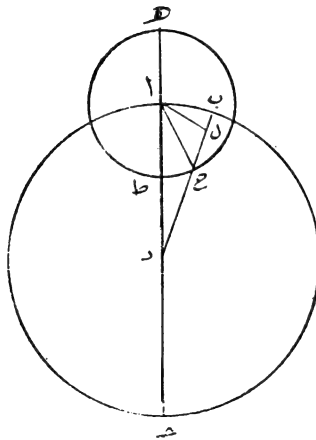
(ملحوظة : برهن بن سينا طريقة الوصول إلى زاوية د فقط ولكن الجزء الأخير واضح)

(١) سا : ما يرى

(٢) سا : ل ، ح د

(٣) سا : ما غرو .

ومثلث (١) أ ل د بمعرفة ضلعي أ ل ، أ د معلومين فنصير زاوية د معلومة وأيضا فلنجعل زاوية د معلومة فيصير أ ل د بمعرفة ضلع أ د (٢) وراوي بي د . ل



شكل (٧٠)

القائمة معلوم الزوايا والأضلاع ويصير أيضا مثلث أ ل ح الذي هو معلوم ضلعي أ ل : أ ح وقائمة ل معلوم الأضلاع والزوايا وتبقى زاوية ح أ ط معلومة (٠٠٠) .

(١) سا : مثا

(٢) سا : د : ب

(٠٠٠) تعيين الموضع الحقيقي والموضع المرئى مقاسان من الحضيض بمعرفة زاوية الاختلاف وتعيين الموضع الحقيقي وراوية الاختلاف من الموضع المرئى بطريقة فلك التدوير .

الطريقة : في شكل (٧٠) ليكن $\angle \alpha$ = البروج ، $\angle \theta$ = التدوير ولنفرغ الكوكب عند نقطة ح من فلك التدوير

أولا : المعلوم لنا الزاوية المرئية $\angle \theta$

والمطلوب تعيين زاوية $\angle \alpha$ الحقيقية ، $\angle \delta$ زاوية الاختلاف

نزل العمود $\alpha \alpha$ على $\delta \delta$. في المثلث $\alpha \alpha \delta$ زاوية α قائمة ، $\angle \delta$ معلومة

∴ يمكن معرفة النسبة $\frac{\alpha \alpha}{\delta \alpha}$

لكن هذه النسبة تساوى $\frac{\alpha \alpha}{\delta \alpha} = \frac{\alpha \alpha}{\delta \alpha}$ حيث $\frac{\alpha \alpha}{\delta \alpha}$ معلومة

∴ $\frac{\alpha \alpha}{\delta \alpha}$ نسبة معلومة

ثم وضع جداول الاختلافات (١) للقسي (٢) الجزئية ليكون مفروغا منها بعد ما عرف كيفية استخراجها واقتصر على الاختلاف الذي يقع (٣) في نصف واحد بين البعدين إذ بين (٤) أن فضل الاختلاف في النصف الآخر مساو لنظيره في هذا النصف إذا كانت القسمة متساوية ولكنه في أحدهما زائد وفي الآخر ناقص ولما كان الاختلاف في القسي التي تلي البعد الأبعد يكون أقل قسم الربع انذى يليه على (٥) خمسة عشر فيخص (٦) بكل قسم ستة فوضع اختلافاتها على تفاضلها وكان الاختلاف في الربع (٧) الذي يلي البعد (٨) الأقرب أكثر قسمه (٩) على ثلاثين قسمة (١٠) فخص كل قسم ثلاثة فجعل تفاوت الأعداد بثلاثة ثلاثة فوضع في الحلول الأول عدد الحركة والمسير من الأوج وفي الثاني منه عرضا عدد الحركة والمسير من الحضيض وفي الثالث والرابع ما نصيب الأعداد المستوية من أجزاء الاختلاف في الزيادة والنقصان ودقائقها ليزاد إن (١١) كان الوسط داخلا

ومن ذلك ينتج زاوية $\angle د$ للاختلاف

ومنها نستنتج زاوية $\angle د$ الحقيقية

ثانيا : العلوم زاوية الاختلاف $\angle د$

والمطلوب زاوية $\angle د$ الحقيقية وزاوية $\angle د$ المرتبة

في المثلث $\angle د$: زاوية $\angle د = 90^\circ$ ، زاوية $\angle د$ معلومة

∴ يمكن معرفة النسبة $\frac{\angle د}{\angle د}$

لكن هذه النسبة تعادل $\frac{\angle د}{\angle د}$ حيث $\frac{\angle د}{\angle د}$ معلومة

∴ ينتج $\frac{\angle د}{\angle د}$

ومن ذلك نعرف زاوية $\angle د$ المرتبة ثم زاوية $\angle د$ الحقيقية

(١) سا : للاختلاف

(٢) سا ، د : القسي

(٣) ف ، سا ، د : الاختلافات التي تقع - وفي ف : كلمة [التي] في الهامش

(٤) [إذ بين] : غير موجود في سا ، د

(٥) ف : بين السطرين

(٦) سا : فنخص (٧) ف : البعد

(٨) سا ، د : غير موجود

(٩) سا : قسمة

(١٠) ف : في الهامش

(١١) سا : ليراد

في الجلول الثاني وينقص إن كان داخلا في الجلول الأول . «ك» ثم طلب حاصل الشمس بالحركة الوسطى (١) نصف: نهار أول يوم ملك (٢) يختصر (٣) وهو الذي منه تاريخه وحاصل الشمس الوسط (٤) في (٥) ذلك اليوم من التاريخ فبين موضع الشمس الوسط في استواء خريفى رصده من البعد الأبعد بهذا الشكل فقال (٦) لتكن النقطة الخريفية من الخارج نقطة ر . ح الحضيض ولنخرج ط ك عمودا على ب د (٧) وقوس ج ب معاوم (٨) من فلك البروج لأنه بعد الخريفية عن الحضيض فتكون زاوية الفضل معلومة وهي ر وتصير أيضا زاوية ج ط ر معلومة على ما مضى فتخرج بالحساب قوس ح ر (٩) : (م ح ك) فلما عرف وسط الشمس بهذا الرصد طلب المدة بين هذا الرصد . وابتداء التاريخ فنظر كم تكون فيها من الأدوار الثامنة عن نقطة الرصد فألقاها وأخذ القوس الزائدة وعرف (١٠) مبدأها (١١) من الفلك (١٢) الخارج وهو مكان الشمس في أول التاريخ بالوسط فأثبتته (١٣) ثم علم كيف تقوم الشمس فقال يؤخذ وسطها عدة ما بين الوقت والتاريخ ويزاد عليه الحاصل (١٤) وتلقى الأدوار الثامنة (١٥) إلى درجة الأوج فما بقي يدخل في جللول (١٦) الوسط ويؤخذ (١٧) ما (١٨) بإزائه من التعايل

(١) سا ، د : غير موجود

(٢) سا : مكرر

(٣) سا : بخت صر

(٤) ف : انوسطة - وفي ، د : وسطه

(٥) سا ، د : غير موجود

(٦) سا ، د : غير موجود

(٧) سا ، د : د دلج

(٨) سا ، د : معلوم

(٩) سا ، د : ح ر

(١٠) سا : وعرفت

(١١) سا : غير واضح

(١٢) سا ، د : فلك

(١٣) ف ، سا : غير واضح

(١٤) سا ، د : الحامل

(١٥) سا : الثامنة

(١٦) ف : في الهامش

(١٧) ف : غير واضح

(١٨) سا ، د : غير موجود

ثم يزداد التعديل أو ينقص بحسب (١) ما يجب كما بينا فظهر (٢) من جميع ذلك أنه يمكن أن يحصل موضع الشمس بالبراهين الهندسية وأعلمنا أنه سواء (٣) وضع فلك البروج مساويا للخارج أو أعظم منه فإن الاعتبار للزوايا التي عند مركز فلك (٤) البروج والمثلثات التي ترسم (٥) على تلك الزوايا وتلك الزوايا مشتركة للدائرة المساوية للخارج وللأكبر (٦) منها إذا كانت (٧) على مركز المساوي (٨) وتكون القسي متشابهة (٩) .

فصل

في اختلاف الأيام بلياليها (١٠)

ثم لما بين أمر الشمس ختم (١١) المقالة في تبين الأيام والليالي (١٢) فقال (١٣) إنه قد يظن بحسب الظاهر أن اليوم بليته دورة (١٤) ثلاثمائة وستون جزءاً وهو أربعة وعشرون ساعة وهو عودة نقطة من فلك معدل النهار كانت طالعة مع الشمس في اليوم الأول أو كانت معها عند انتصاف النهار إلى خط الأفق أو خط نصف النهار وخط نصف النهار أولى بذلك لأن العودة إليه متساوية في جميع الأقاليم فهذا هو المظنون في جليل الأمر ولكنه لما كان اليوم الحقيقي بليته هو زمان عودة الشمس بالقياس إلى دائرة الأفق أو خط نصف النهار ثم الشمس تتحرك في اليوم والليالي

(١) سا : بحساب

(٢) سا : فيظاهر

(٣) هـ : في الهامش

(٤) سا ، د : غير موجود

(٥) سا : ترتد

(٦) سا : والأكثر

(٧) سا ، د : كان

(٨) ف : المتساوي

(٩) سا : متشابهة

(١٠) [فصل في اختلاف الأيام بلياليها] : غير موجود في سا ، د

(١١) سا : حتم

(١٢) سا ، د : الليالي والأيام

(١٣) سا ، د : قال

(١٤) ف : في الهامش

بالمسير المستوى (١) الوسط (نط) (٢) دقيقة بالتقريب فإذا (٣) عودة الشمس زائدة على عودة النقطة التي كانت لتأخرها عنها فيكون اليوم بليثه الوسط (شس) (٤) زمانا و (نط) (٥) دقيقة وهو أربع (٦) وعشرون ساعة وتسعة (٧) وخمسون من تسعمائة من (٨) ساعة ولكن (٩) الشمس لما كان لها اختلاف حركة كما تقدم فليست الزيادة إذن (١٠) من قبل الشمس في فلك البروج واحدة ولا الزيادات المتساوية من فلك البروج أزمانها ومطالعها ومجازاتها (١١) على خط نصف النهار واحدة فإذا (١٢) الأيام بليالها يعرض لها نوعان من الاختلاف وهذا الاختلاف وإن لم يكن ذا قدر في أيام (١٣) قليلة فله (١٤) قدر محسوس عند تكرر الأيام . ولما كان غاية الفضل من قبل اختلاف الشمس إنما يكون حيث الحركة مستوية لا يظهر اختلافا لكن المدة بين كل واحد من البعدين المختلفين وبين تلك النقطة يوجب تفاوت أكثر التعديل وغاية الفضل وفي الجهة الأخرى بالخلاف (١٥) فتكون المدة في الجهة الأوجية زائدة (١٦) والتعديل ناقصاً وفي الجهة (١٧) الحضيضية ناقصة والتعديل زائداً ومبلغه درجتان وثلاث وعشرون (١٨) دقيقة وبضعفه (١٩)

-
- (١) ف : في الهامش
(٢) ف ، سا ، د : يظ
(٣) سا ، د : فإذا
(٤) سا : شس
(٥) ف ، سا ، د : ويظ
(٦) سا ، د : أربعة
(٧) سا ، د : وسبعة
(٨) سا ، د : غير موجود
(٩) سا ، د : لكن
(١٠) سا ، د : إذا
(١١) سا : ومجازها
(١٢) سا ، د : فإذا
(١٣) سا ، د : غير موجود
(١٤) سا : قلة
(١٥) سا : الخلاف
(١٦) سا : غير واضح
(١٧) سا : غير موجود
(١٨) سا : وعشرون
(١٩) سا : وتضعفه

يخالف الحركة المختلفة الحركة المستوية وذلك أربعة ونصف وربع بالتقريب ويخالف نصفاً (١) البروج أحدهما الآخر بضعف ذلك الضعف وهو تسعة أجزاء ونصف فتكون الأيام التي تجتمع في المسير الذي من الوسط إلى الوسط يخالف الأيام المستوية بأربعة أزمان ونصف وربع وبه يخالف جملة الأيام الزائدة وجملة الأيام الناقصة للأيام الوسطى فتكون الأيام الطوال تخالف القصار بضعف ذلك وهو تسعة أزمان ونصف فهذا غاية ما يختلف من جهة الشمس .

وأما غاية الفضل من جهة المطالع فلا يخلو إما أن يعتبر بحسب الأفق أو بحسب توسط السماء فإن اعتبر من جهة الطلوع والغروب في الأفق فإن غاية الاختلاف في أكثر (٢) البلدان يكون عند النصفين المنقسمين (٣) بنقطتي (٤) الانقلابين يخالف كل نصف لما يوجهه الوسط مخالفة أطول النهار والوسط ويخالف أحدهما الآخر بضعف ذلك وهو على موجب ما يتخالف به النهار الأطول والأقصر بحسب الإقليم وأما من جهة مجازاتها (٥) بأفق الاستواء فإنه لا يختلف إلا باختلاف ما توجهه مطالع غاية الفضل من التعديل في نصف النهار فإن اختلاف فضل المطالع بخط الاستواء لا يختلف في الأقاليم وغاية التقصان فيها يكون فيما بين الوسط (٦) من (٧) الدلو إلى أوائل العقرب وغاية الزيادة من (٨) أوائل العقرب إلى وسط الدلو فيكون (٩) جميع فضل الاختلاف فيها (١٠) مع المعدل (١١) أربعة أجزاء ونصف وفي هذا الموضع بعينه فإن نصيب غاية فضل اختلاف المسير (١٢) للشمس (١٣) قريب من ثلاثة أجزاء وثلثين فيجتمع (١٤) منها (١٥) ثمانية

-
- (١) د : نصف
(٢) د : المقسمين
(٣) د : محاراتها
(٤) د : وسط
(٥) د : غير موجود
(٦) د : غير موجود
(٧) د : ويكون
(٨) د : من
(٩) د : المعتدل
(١٠) د : مسير
(١١) د : الشمس
(١٢) د : فتجتمع
(١٣) د : غير موجود

المقالة الرابعة^(١)

في الأرصاد التي ينبغي أن تستعمل في معرفة حركات القمر^(٢)

ولما فرغ بطليموس من (٣) أمر الشمس كان أول ما نظر (٤) فيه أمر القمر والأرصاد الشمسية بالحماة أسهل من القمرية لأن جرم الأرض لا يوجب عند فلك الشمس قدراً يحس به ولا يختلف الرصد الواقع على وجه الأرض والرصد الحقيقي لو أمكن أعنى على مركز الأرض (٥) اختلافاً له قدر وهذا التفاوت (٦) هو الذي يسمى اختلاف المنظر أى القوس من فلك البروج التي يحوزها (٧) طرفا الخطين الخارجين أحدهما من البصر والآخر من مركز الأرض الملتقيين على مركز الكوكب ثم المبتدئين بعده إلى فلك البروج وأما القمر فلقربه من الأرض يحصل له من اختلاف المنظر ما له قدر محسوس إلا أن يكون على سمت الرأس فيتخذ (٨) الخطان الخارجان من البصر ومركز الأرض فلا اعتماد إذن (٩) في تحصيل مكان القمر الحقيقي على آلات الرصد في أول الأمر وفي استخراج الأمور الكلية بل ينبغي أن يعتمد في ذلك على الكسوفات القمرية وذلك لأنها ليست كالشمسية التي إنما تكون بحسب مقام الناظرين وتختلف باختلاف المناظر لأن كسوفها من قيام القدر (١٠) بين الأبصار (١١) وبين الشمس وأما كسوف القمر فهو انطاس ضوء الشمس عن جرم القمر بستر (١٢) الأرض وهو أمر في القمر نفسه لا بحسب القيام إلى الناظر (١٣)

(١) سا ، د : المقالة الرابعة من المجلد ويتلوها الخامسة والسادسة

(٢) [في الأرصاد التي ينبغي أن تستعمل في معرفة حركات القمر] : غير موجود في سا ، د

(٤) سا ، د : ينظر

(٣) سا ، د : عن

(٦) سا ، د : الاختلاف

(٥) سا : مكرر

(٧) سا ، د : الذي يحوز

(٨) سا : فجده

(٩) ف : في الهامش

(١٠) ف : في الهامش

(١١) سا ، د : البصر

(١٢) ب : لستر

(١٣) ب ، سا ، د : المناظر

ثم لما كان تقويم الشمس متباينا (١) في أى وقت شئنا ويكون القمر في وسط الكسوف على مقابلتها أمكننا أن نعرف مكان (٢) القمر بالحقيقة في وسط (٣) زمان الكسوف فهذه (٤) هي (٥) السبيل في إرصاد القمر على الوجه الكلى . وأما في الأمور الخزئية فقد (٦) يستعان بكل واحد من الأرصاد على ما نوضحه بعد .

فصل

في معرفة أزمان أدوار القمر (٧)

ولما رصلوا القمر لم يحلوه كالشمس بحيث يعود في مداره الواحد في مدد متساوية إلى نسبة واحدة من الكواكب الثابتة (٨) ولا إلى نقشة واحدة ساكنة . ثم وجلوه يفعل اختلافاته من السرعة والبطء والتوسط ويفعل عرضه واختلاف عرضه في كل واحد من أجزاء فلك البروج فلم يكن لأن (٩) هذا الاختلاف المذكور منه (١٠) أولا بسبب فلك خارج (١١) المركز غير ذى حركة خاصة ولإلا لكان يتعين مواضع (١٢) كل واحد من مسيراته العظمى والصغرى والوسطى ولكان (١٣) يحفظ بسبب المخالفة على ما يوجب فلك خارج المركز يتحرك (١٤) بقسى متساوية ويتقدم بها ويتأخر فعلم أنه بسبب فلك التدوير وخصوصا وقد وجلوا (١٥) أعظم اختلافاته في أيام مقابلات الشمس وأوقات الكسوفات (١٦) أصغر من أعظم اختلافه في (١٧)

(٢) سا ، د : موضع

(٤) سا ، د : فهذا

(١) سا : غير واضح

(٣) ب : غير موجود

(٥) سا ، د : هو

(٦) سا ، د : قد

(٧) [فصل في معرفة أزمان أدوار القمر] : غير موجود في سا ، د

(٨) سا ، د : غير موجود

(٩) ف : الآن

(١٠) سا ، د : المذكور

(١١) سا : الخارج

(١٢) سا ، د : موضع

(١٣) سا : وإذا كان

(١٤) ب : غير موجود

(١٥) سا ، د : وجد

(١٦) سا ، د : الكسوف

(١٧) ف : من

تربيع الشمس ولا يمكن ذلك إلا بأن (١) يكون على فلك التدوير ويكون فلك التدوير على فلك خارج المركز فتارة يكون فلك التدوير أقرب (٢) فيكون ما يفرزه نصف (٣) قطره من فلك البروج أعظم وتارة يكون أبعد ويكون (٤) ما يحوزه (٥) أصغر فعلم من هذا أن مركز فلك تدويره يدور على حامل خارج المركز تكون نسبة (٦) فلك التدوير إليه نسبة (٧) الشمس إلى فلكها الخارج المركز وعلم أيضا أن حركته في (٨) فلك التدوير غير مشابهة لحركة فلك التدوير في فلك (٩) الحامل وإلا لتساوت (١٠) مدد عوداته على ما قيل ولا أيضا أسرع منه وإلا (١١) لسبق عودته في فلك التدوير وهو عودة اختلافه عودته في الطول أعنى عودة المسير الوسط بل وجد متأخرا حتى إذا عاد إلى مثل ذلك الاختلاف حتى (١٢) كان مذهبه في الاختلاف ذلك المذهب كان قد زاد على العودة في الطول ثم لم يجدوا ميله الذي له عن فلك البروج إلى الشمال (١٣) والجنوب ثابتا في موضع واحد وإلا لكانت (١٤) عودته المارئية (١٥) في الطول والعرض معا (١٦) أى كان إذا عاد بالرؤية إلى نقطة من الطول عاد إلى العرض الذي كان له عندها (١٧) فعلم أن فلكه المائل متحرك إلى المغرب مستقبلا (١٨) بحركته إلى المغرب فعلم أن التقاطع بين فلك البروج وبين الفلك المائل غير ثابت في

(١) ب ، سا ، د : أن

(٢) [على فلك خارج المركز فتارة يكون فلك التدوير أقرب فيكون] : موجودة في هامش سا باعتبارها بين كلمتي أقرب ، فيكون

(٤) سا ، د : فيكون

(٣) ف : ما يفرده

(٥) ف : ما يحوره

(٦) سا : نسجه

(٧) سا : بسبب

(٨) ف : في الهامش

(٩) سا ، د : فلكه

(١٠) ف : لتساوى - وفي سا ، د : تساوت

(١١) سا : ولا

(١٢) سا ، د : غير موجود

(١٣) سا ، د : إليها

(١٤) سا ، د : لكان

(١٥) سا : المارئية

(١٦) سا ، د : غير موجود

(١٧) سا ، د : متجهما

(١٨) سا ، د : مستقبلا

نقطة واحدة بل يتحرك (١) نحو المغرب بحركة المائل مقدار ما يجتمع في دورة واحدة من جملة تفاوت ما بين الحركتين فإذا (٢) قسم على الأيام والساعات خرج حصتها (٣) وقد تحقق من ذلك أنه لو كان التقاطع (٤) ساكنا لكان الكسوف لا يكون في كل موضع من فلك البروج ولكانت العروض لا تختلف في كل موضع وكان نسبة القمر إلى (٥) الثوابت التي هي منازلها في قربه وبعده عرضا لا تختلف تكون واحدة (٦) ولما كان الأمر على هذا لم يمكن أن يستخرج مسير القمر الوسط (٧) بالسبيل الأول من السبيلين المذكورين في باب الشمس بل كان السبيل الأخرى وهو أن يراعى مدة تشتمل على أشهر قمرية تامة وتشتمل (٨) على عدة أدوار في الطول تامة أو مع قوس زائدة تتكرر (٩) بعينها (١٠) لعله تذكر أنه لا بد منها يكون في كل مدة مثلها مثل تلك الأدوار في الطول بعددها والزيادة إن كانت وتكون العودات في الاختلاف عائدة بعددها فنولا (١١) أن عودات الاختلاف تمت فيها أيضا وإلا لما كانت الأدوار الطولية متشابهة واجتبهلوا أن يكون (١٢) عودات العرض في أمثال تلك المدد متشابهة وذلك أن يراعى أطرافها بكسوفات (١٣) قمرية متشابهة الأحوال فإن تعذر أمر العرض جعلوا له رسدا خاصا . واعلم أن الأدوار القمرية إذا عادت أدوارا تامة فإن الأشهر لا يجب أن تتم بها لأن الشمس تتحرك في الشهر مقداراً وإلى أن لا يلحقها (١٤) القمر بالمقابلة أو بالمقارنة ١٥ لا تتم الشهر ولذلك (١٦) لا بد من أن

(١) سا ، د : متحركة

(٢) ب : في الهامش [ما إذا] - وفي سا ، د : ما إذا

(٣) ب : نصيها وبين السطرين [حصتها] - وفي سا ، د : نصفها

(٤) سا : القاطع (٥) سا ، د : من

(٦) سا ، د : واحدا

(٧) سا : بالوسط

(٨) سا ، د : تشتمل

(٩) سا : يتكرر

(١٠) سا : بمقياس

(١١) سا ، د : لولا

(١٢) سا : يكون

(١٣) سا : وبكسوفات

(١٤) سا ، د : لا يلحقه

(١٥) سا ، د : المقارنة

(١٦) سا ، د : فكل ذلك

يزيد في هذا الاعتبار على العودات في الطول قوسا إلى تمام الشهر بعد أن تكون الزيادة في كل مرة مثل تلك القوس دائما فهذه السبيل أمكن الأقدمين أن يراعوا مدد الشهور ويتم بأن يتربص (١) بعد كل عودة إلى استقبال أو اجتماع والاستقبال أسهل بسبب الكسوف إذا عاد حضر (٢) الأشهر معلومة وأما كيف يمكن أن يراعى حتى تكون العودات في الاختلاف تامة فهو على ما نبينه عن قريب وأما كيف يمكن أن يراعى ذلك لعودات العرض فبان (٣) تكون الكسوفات التي نجد (٤) بها أطراف الشهور (٥) عند نقطة واحدة شمالية أو جنوبية ويعرف ذلك بتساوى مقدار الكسوف (٦) وبمقدار (٧) واحد من البعد (٨) من الأرض ويعرف (٩) ذلك بتشابه الابتداء والمكث والانجلاء في المدة أو تشابه زمان ما بين الابتداء والاجتماع لتساوى مقدار الكسوف (١٠) وإذا كان عاد في اختلافاته (١١) كلها جميع الأمور . والأقدمون لما وصلوا هذه المدد وذلك بالقياس إلى الكواكب الثابتة (١٢) وجدوا للأمور (١٣) كلها مدة (١٤) وذلك ستة آلاف وخمسمائة وخمسة (١٥) وثمانون يوما وثلاث يوم تستكمل فيها (١٦) عندهم (١٧) من عودات الطول مائتين (١٨) وإحدى وأربعين (١٩) دورة والأجزاء التي تلورها (٢٠)

(٢) في هامش ب : حصل

(١) سا : غير واضح

(٣) ف : فإن

(٤) سا . تحدث بدلا من [نجد بها] .

(٥) سا ، د : الأشهر

(٦) [ويعرف ذلك بتساوى مقدار الكسوف] : غير موجود في سا

(٧) سا : بمقدار

(٨) سا ، د : بالبا

(٩) سا : ونعرف

(١٠) [لتساوى مقدار الكسوف] : في هامش ف - وفي : غير موجود

(١١) سا : اختلافه

(١٢) ف : غير واضح

(١٣) ب ، سا ، د : الأمور

(١٤) سا ، د : ومدة

(١٥) ب : وخمس

(١٦) سا ، د : فيه

(١٧) ب ، ف : في الهامش

(١٨) ب ، سا ، د : مائتان

(١٩) ب ، سا ، د : وأربعون

(٢٠) سا : بغيرها

الشمس بعد الدوائر عشرة أجزاء وثلاث أجزاء ومن عودات الاختلاف مائتا عودة وتسع وثلاثون عودة ومن عودات العرض مائتا عودة واثنان وأربعون عودة ومن الأشهر مائتا شهر وثلاثة وعشرون شهرا ويسمون هذا الزمان الزمان (١) الدوري لأن في مثله تلور الأحوال مرة أخرى على نسبتها لكنهم لأجل كسور الأيام ضاعفوا ذلك ثلاث مرات فتضاعفت معه العودات وسموه الزمان المستخرج والمستنبط وأما أبرخس فإنه لما استعان بأرصاده وأرصاده (٢) البابليين (٣) الأقدمين الكلدانيين النازلين كانوا بكلواذى (٤) وجد (٥) ما قدروه من ذلك خطأ ووجدوا (٦) المدة المشتعلة على جميع ذلك أما من الأيام فمائة ألف يوم وست (٧) وعشرون ألف يوم (٨) وسبعة (٩) أيام وساعة واحدة من ساعات الاستواء ووجدوا (١٠) الشهور المستكملة فيه أربعة آلاف ومائتين (١١) وسبعة (١٢) وستين (١٣) شهرا ومن عودات الاختلاف أربعة آلاف وخمسمائة وثلاثة وسبعين (١٤) عودة ومن أدوار الطول في فلك البروج أربعة آلاف وستمائة واثنى عشرة دورة إلا سبعة أجزاء ونصفا (١٥) بالتقريب تنقصها الشمس وكان قياسه أيضا إلى الثابتة (١٦) وخرج له الشهر الوسط تسعة وعشرين يوما وإحدى وثلاثين دقيقة وخمسين ثانية وثمانى (١٧) ثوانى (١٨)

(٢) سا ، د : غير موجود

(٤) سا : غير واضح

(١) ف : في الهامش

(٣) سا : غير واضح

(٥) سا ، د : وجدوا

(٦) سا : ووجد

(٧) ب ، سا ، د : وست

(٨) [وست وعشرون ألف يوم] : في هامش ف

(٩) سا : وست

(١٠) ب : ووجد

(١١) ب : ومائتان

(١٢) سا : وتسعة

(١٣) ب : وستون

(١٤) ب : وسبعون

(١٥) ب : ونصف

(١٦) سا : الثانية

(١٧) ب : وثمان - وفي سا : وثمانون

(١٨) في هامش ب : [وتسع دوايع وعشرون خامسة]

وأما إذا حققها بالاجتماع والاستقبال خرجت (١) له الأعداد أقل وسبيل ذلك من جهة العدد (٢) المشترك (٣) وهو (ير) (٤) الذى بعد الشهور وهى أربعة آلاف ومائتان وسبعة وستون ومن عدة دورات (٥) الاختلاف وهى ٥٧٣ فقسموا (٦) العددين عليه (٧) فحصل (٨) من الشهور (٩) مائتان وواحد وخمسون شهرا ومن (١٠) عودات الاختلاف مائتان وتسع سنين (١١) وأما العودة فى العرض فلم يجده (١٢) فى هذه الكسوفات على الشرط (١٣) المذكور إذ (١٤) لم يكن الجهة والمقدار واحدا فكان إذا أراد أن يراعى عودة العرض احتاج إلى اعتبار مدة الطول (١٥) وهى خمسة آلاف شهر وأربعمائة وثمانية وخمسون شهرا ومن أدوار العرض خمسة آلاف دورة (١٦) وتسع مائة وثلاثة وعشرين (١٧) دورة وإذا قرر الأمر ما وجدته أبرخس (١٨) ثم قسمت المدة على عدة الأشهر فمن البين أنه تخرج أيام الشهر (١٩) وإذا قسمت العودات بعد أن تجعل درجا على جملة الأيام خرج المسير فى اليوم سواء فى (٢٠) الطول أو العرض أو الاختلاف وقد يستخرج أجزاء الوسط فى الطول

-
- (١) سا ، د : خرج
(٢) سا : العود
(٣) فى هامش هـ : [المشترك الذى بين الشهور]
(٤) [وهو ير] : غير موجود فى سا ، د
(٥) سا : دوران
(٦) سا ، د : قسموا
(٧) سا ، د : عليهما
(٨) سا : د : فخرج
(٩) سا : غير واضح
(١٠) سا : من
(١١) سا : وستون
(١٢) سا : نجده
(١٣) سا : الوسط
(١٤) سا : إذا
(١٥) ف ، سا ، د : أطول
(١٦) سا ، د : غير موجود
(١٧) ب : ومثرون
(١٨) سا : غير واضح
(١٩) سا : شهر
(٢٠) ب : كان فى - حيث [كان] فى الهامش

بوجه أسهل وهو أن الشهر الوسط هو دورة تامة مع قوس تسير بها (١) الشمس (٢) في مدة الشهر الوسط المعلومه والدورة مع قوس الشهر (٣) معاومة فوسط القمر في الشهر (٤) معلوم ثم أن بطليموس أراد أن يعتبر ماوضعه أبرخس وغيره ويتأمل صحته فأنشأ لذلك حيلة فاستدرك على الأوائل بوجه أسهل من طريق أبرخس^١ وأوضح (٥) واستصحب سلوك هذه الطريقة لما يرض في مسير القمر من (٦) الاختلاف وذلك أنه ليس كلها (٧) تساوى مدد عودات في الطول تشابهت فيها الأدوار وذلك للاختلاف الواقع لشمس (٨) والقمر مما أما الشمس فيجب أن براعى تساوى القسي التي تقطعها بعد الأدوار وليس يتفق ذلك دائماً للاختلاف بل يجوز أن يتفق مدد الأشهر وتختلف زيادة (٩) الشمس والقمر فإن (١٠) الشمس مثلاً إذا كانت المدة سنة ونصفاً (١١) ومكان الشمس بعد الدورة في (١٢) المدة الأولى في جنبه الحضيض فسارت في المدة الأولى بعد العودة قوساً يتبدى من المسير الوسط الذى عند الحوت ففي نصف السنة يسير (١٣) نصف الملك (١٤) الخارج (١٥) المركز وأقل من نصف فلك البروج بما نعلم (١٦) وإذا (١٧) ابتدأت في المدة الثانية كانت في جنبه الأوج فسارت بعد العودة من المسير الوسط

(١) سا سيرها

(٢) سا ، د : مع الشمس

(٣) [في مدة الشهر الوسط المعلومه والدورة مع قوس الشهر] : في هامش ب وغير موجود

في سا

(٤) سا ، د : الوسط

(٥) ب : وأصح

(٦) سا ، د : في

(٧) سا ، د كما

(٨) سا ، د في الشمس

(٩) سا ، د : زيادات

(١٠) ف ، سا ، د : بازاء

(١١) ب ، سا ، د : ونصف

(١٢) ب : في ابتداء - حيث [ابتداء] في الهامش

(١٣) سا ، د : مسيرها

(١٤) سا ، د : غير موجود

(١٥) ف : والخارج

(١٦) في هامش ب : بقى د مه

(١٧) سا ، د : فإذا

حفظ (١) ما قيل فيها لم يوجد مقصورة في الإيصال (٢) إلى المطلوب ولكن السبيل الذى ذكره بطليموس في الاستدراك على المتقدمين وجد به الأشهر والأدوار (٣) في الطول موافقة لما وجدته أبرخس في (٤) الاختلاف (٥) والعرض مخالفة (٦) لذلك أما الاختلاف فوجدته في مدة أطول وأما العرض (٧) فوجدته في مدة أقصر .

فصل

في حركات القمر الجزئية المستوية (٨)

وقبل الشروع (٩) في تحقيق ذلك الاستدراك وضع جداول المسير (١٠) للقمر (١١) في الطول والاختلاف والعرض مصلحا بما استدركه ووضع مسير القمر في الطول بقسمة درج (١٢) دورة واحدة (١٣) وقوس سير القمر الوسطى على أيام الشهر فخرج لليوم (١٤) الواحد (طى لداح ل ل ل) (١٥) بالتقريب ثم قسم ذلك على الساعات وأجزائها وضرب عدد أدوار الاختلاف في (شس) (١٦) ليجعلها درجات (١٧) ثم قسمها على أيام المدة التي لأبرخس (١٨) فخرج حركة

(١) [إذا حفظ] : غير موجود في سا ، د

(٢) سا : غير واضح

(٣) ف : في الهامش

(٤) سا : وفي

(٥) سا : اختلاف

(٦) سا : مخالفته

(٧) سا ، د : في العرض

(٨) [نصل في حركات القمر الجزئية المستوية] : غير موجود في سا ، د

(٩) سا : السرعة

(١٠) سا ، د : مسير

(١١) سا ، د : القمر

(١٢) ف : درجة

(١٣) سا : غير موجود

(١٤) ف : في الهامش

(١٥) ف : يحى لداح ل ل ل - وفي سا ، د يحى لداح قيه ل ل

(١٦) سا ، د : يتبين

(١٧) سا ، د : درجا

(١٨) سا : لا نرجس

الاختلاف المستوى في اليوم (يح لح يو كط لح لح) (١) لكن (٢) ١١
 اختبره بطريقته وجده ناقصا ووجده في اليوم (يح يح يو ير نا ي ط) (٣)
 ثم قسمه (٤) على الساعات ثم عمل بأدوار العرض كذلك فخرج على أصل
 أبرخص (٥) ليوم واحد (يح كج مه لط م بر ي ط) (٦) وخرج على استدراكه
 أكثر من ذلك وهو (مح مح مه لط مع يو لر) (٧)

وستبين أن (٨) الحركة الوسطى للبعد هي حركة الخارج والبعد هو تباعد
 ما بين الشمس والقمر فهو فضل ما بين حركتهما الوسطى تكون في اليوم (يب
 يا لو ما ك نر ي ط) (٩) فقسم (١٠) ذلك على (١١) الساعات وأجزأها
 وضرب جميع هذا في الشهور التامة وهي ثلاثون يوما ثم في أيام السنة المصرية (١٢)
 وهي ثلاثمائة وستون يوما وأسقط الأدوار التامة من الحمل وأخذ (١٣) ما يفضل
 ثم ضربه في ثمانى عشرة (١٤) سنة لعمل الجداول وهي ثلاثة ألواح بمجدولة أحدها (١٥)
 للسنين (١٦) المجموعة متزايدة على التوالى بثمانى عشرة (١٧) ثمانى عشرة (١٨) سنة
 والثانى للسنين (١٩) المفردة إلى ثمانى عشرة (٢٠) وتحتها للساعات والثالث

-
- (١) ف : يح ح يح يو كط لح لح - وفي سا : يح ح لح يو د ط يح يح
 (٢) سا : لكه
 (٣) ف : يح ح يح يو ير يا ي ط - وفي سا ، د : يح د يح يو ير يا نط
 (٤) سا : قسمت
 (٥) سا : انرجس
 (٦) ف ، سا ، د : يح يح مه لط م ير ي ط
 (٧) ف : يح يح مه لط مع لو لر - وفي سا ، د : د لح مد لط مع يو لر
 (٨) سا : غير واضح
 (٩) ف : يب ياكو ياك ير ي ط - وفي سا ، د : يب يا لو ما ك ير ي ط
 (١٠) سا : يقسم
 (١٢) سا ، د : غير موجود
 (١٣) سا : واحد
 (١٤) هـ ، سا ، د : ثمانية عشر
 (١٥) سا : أحد
 (١٦) ف : للسير
 (١٧) ب ، سا ، د : بثمانية عشر
 (١٨) [ثمانى عشرة] : غير موجود في سا ، د
 (١٩) ف : للسير
 (٢٠) ب ، سا ، د : ثمانية عشر

للشهور وتحتها الأيام وكل لوح فيه جدول طولاني لحركات الطول والآخر لحركات الاختلاف والآخر (١) لحركات الأرض والآخر لحركات البعد وكل جدول طولاني فهو مقسوم عرضا إلى السوادس .

فصل

في أن الذي يلزم القمر من الاختلاف شيء واحد إن جعل ذلك على جهة الفلك الخارج المركز وإن جعل على جهة فلك التدوير (٢)

ثم شرع في إبانة الوجه لنخسه (٣) في استخراج مسير الاختلاف وقال أولا إنه وإن كان يظهر للقمر اختلاف ثان غير هذا الاختلاف وثالث (٤) على ما بينه (٥) وغفل عنه أكثر المتقدمين فإن ذلك غير صائر (٦) لنا في عرضنا (٧) هذا لأننا نعتبر الحكم من الكسوفات القمرية وهي عند الاستقبالات لا محالة وليس للاختلافات الثانية (٨) والثالثة عند الاستقبال كما تبين (٩) كثيرنا تنزيل (١٠) الثانية تعظم (١١) عند الترييعين والثالثة عند التسديسين وإنما جعلنا هذا الاختلاف اختلافا أول إذ يوجد مع عدم الاختلافات الأخرى وتلك لا توجد إلا مخالطة له (١٢) فهو (١٣) أولى بأن يكون الكلام المقدم إنما قال هو فيه وهذا الاختلاف وإن كان حاله فيما يعرض عنه وله يلزمه (١٤) على أصل التدوير وأصل الخروج

(١) سا : والأخرى

(٢) [فصل في أن الذي يلزم القمر من الاختلاف شيء واحد إن جعل ذلك على جهة الفلك الخارج المركز وإن جعل على جهة فلك التدوير] : غير موجود في سا ، د

(٣) ف ، سا ، د : ينخسه

(٤) سا ، د : أو ثالث

(٥) ب ، سا ، د : مانين

(٦) ب : ضاير

(٧) سا ، د : عرضنا

(٨) سا : الثابتة

(٩) سا ، د : بين

(١٠) سا : غير واضح

(١١) سا : يعظم

(١٢) سا ، د : لها

(١٣) ب : وهو -

(١٤) ف ، سا ، د : ويلزمه

عن المركز واحدا فإن الأولى أن يوضع هذا الاختلاف على أصل التدوير ويوضع (١) الثاني على أصل الخروج حتى يكون فلك خارج المركز يحمل فلك التدوير فإن هذا هو الذى يستمر على ما أشرنا إليه فيما سلف وأما أنه كيف يمكن أن يكون اللوازم من الأصلين في هذا الباب واحدة (٢) وليس مسير الاختلاف مشابها للمسير في الطول كما كان في الشمس (٣) مشابها له بل ها هنا نسبة قوس (٤) المسير (٥) من التدوير إلى فلكها أصغر من نسبة قوس المسير من الخارج إلى فلكها فذلك مما تبين (٦) مما (٧) نقوله ولنضع الحامل موافقا (٨) في المركز إذ لم يتعرض بعد لخارج المركز ولا وضعنا الحامل الموافق مكان الحامل (٩) الخارج مما يظهر ضرره في هذا الاختلاف الأول وأما الشرط الذى يجب أن يقدم في مراعاة استواء حكم (١٠) هذا الاختلاف إذا كان القمر على تدوير هو على حامل أو (١١) كان على خارج المركز دون التدوير فإن (١٢) يكون مسير التدوير على (١٣) الحامل يفعل قوسا أعظم في النسبة من قوس القمر في التدوير وأن يكون (١٤) قوس (١٥) الخارج التى يقطعها القمر لو كان عليها (١٦) شبيهة بقوس التدوير (١٧) إلا أن الخارج يتحرك إلى ضد جهة (١٨) حركة القمر قوسا شبيهة بفضل قوس

(١) سا : ويرجع

(٢) سا ، د : واحدا

(٣) [في الشمس] : في هامش ف

(٤) سا : غير موجود

(٥) سا ، د : المسير فيها

(٦) سا : يبين

(٧) ب ، سا ، د : بما

(٨) ب : موافق

(٩) [الموافق مكان الحامل] : غير موجود في سا

(١٠) سا حلم

(١١) سا إذا

(١٢) سا ، د مع أن

(١٣) سا في

(١٤) سا ، د : [ويكون] بدلا من [وأن يكون]

(١٥) سا ، د : القوس

(١٦) [لو كان عليها] : غير موجود في سا ، د

(١٧) سا ، د : التدوير ولو كان عليها

(١٨) سا : غير موجود

الحامل على قوس التدوير وأن تكون حركة القمر ^(١) إلى المشرق ضد حركة الكل وسواء وضعت النسب متساوية أو متشابهة فإن الحكم في الأصلين يكون واحدا « أ » فلتوضع ^(٢) أولا متساوية وليكن أ ب ح ^(٣) الموافق على مركز وقطر أ ك ^(٤) والتدوير دائرة ه ر ^(٥) على ح وقد صار من أ إلى ح والكواكب ^(٦) من ه الأوج إلى ر ونصل ح ر ، د ح ه ^(٧) ويكون قوس أ ح أعظم من القوس الشبهة بقوس ه ر من دائرتها فتأخذ ب ح قوسا نسبتها إلى دائرة أ ب ح نسبة ^(٨) ه ر ^(٩) إلى دائرتها ^(١٠) ونصل دب ^(١١) فنبين ^(١٢) أن زاوية أ ب د هي زاوية الفضل بين المسير الوسط ومسير الاختلاف وهو قدر ما فرضنا أن الخارج ^(١٣) المركز يتحركه ^(١٤) وكان القمر عليه في زمان مثل هذا الزمان في هذا الأصل فتأخذ د ح مثل جر ^(١٥) ونصل ح ر ^(١٦) نلأن قوس ب ح ^(١٧) شبيهة بقوس ه ر فنبين ^(١٨) أن زاوية ب د ح ^(١٩) مثل ر ح ه الخارجة المقابلة فيظهر أن جد ح ر متوازي الأضلاع فإذا أدير ^(٢٠) على مركز ح وبعده ^(٢١)

(١) سا ، د : الحركة القمرية

(٢) سا : فلتضع (٣) سا ف ب د

(٤) ف ، سا : ف د (٥) سا ه و

(٦) سا : فالكوكب

(٧) ف : ح ر د ، د - وف ، سا ، د : ح ر ، ه

(٨) سا : مكرر

(٩) سا : غير واضح

(١٠) سا ، د : دائرته

(١١) سا : د

(١٢) سا ، د : فيين

(١٣) سا ، د : خارج

(١٤) ف : يتحرك

(١٥) ف : د

(١٦) ف : ح د - وف ، سا : ح ر

(١٧) ف ، سا : ف د ح

(١٨) سا ، د : فيين

(١٩) سا ، ف : ف د ح

(٢٠) سا ، د : حصل

(٢١) سا : تبع

متشابهة على ماتدرى فلتكن دائرة طك الخارجة المركز على مركز لوم . مركز
 فلك البروج و : طك قوس حركة الكوكب و : ح ط قوس حركة الفلك
 حتى ينقطع من فلك البروج على النسبة المذكورة وتكون زاوية ح م ط لتلك (١)
 الأجزاء من فلك البروج ونصل ط ل م د (٢) انقطر ونصل ل ك ، م ك ، م ح ،
 ل ح (٣) ولتكن (٤) دائرة (٥) أ ب ح موافق المركز على د وقطع تدوير
 هر (٦) بمركز ح (٧) منها أ ح (٨) والكوكب (٩) من التدوير قوس هر (١٠)
 شبيهة (١١) طك ولناخذ أ ب شبيهة ح ط ونصل أ د ك (١٢) القطر ، ب د ،
 د ر ، ح ر ، د ح هـ (١٣) فلأن نسبة د ح إلى ح ر (١٤) من مثلث د ح ر (١٥)

فاذا فرض أن القمر يتحرك على خارج المركز فالمطلوب إثبات أن خارج المركز يتحرك أيضا
 زاوية = ا د هـ - هـ ح ر

للك ناخذ نقطة ب بحيث يكون ب د = ح هـ = ر ونصل د ب ثم ناخذ د ح = ح ر فيكون
 د ح ر ح متوازي أضلاع

∴ هـ ح ر = ب ح ر ، د ح = ح ر = نصف قطر التدوير

نرسم القوس ط ر من دائرة نصف قطرها ر فيكون ط ر هو الخارج المركز وذلك باعتبار
 أن نصف قطر التدوير = البعد بين مركزي البروج والخارج
 وقد تحرك القمر عليه من نقطة ط إلى نقطة ر بينما تحركت نقطة ط نفسها زاوية ا د ب حيث
 ا د ب = ا د ح - ح ر هـ وهو المطلوب

(١) [فلك البروج و : ط ل قوس حركة الكوكب و : ح ط قوس حركة الفلك حتى
 ينقطع من فلك البروج على النسبة المذكورة وتكون زاوية ح م ط لتلك] : غير موجود في سا

(٢) سا : ط ل م ل

(٣) ف : ل ل ، م ل ، م م - حيث [م ل] في الهامش - وفي سا : ل ل ،

م م ، م ل ، م م

(٤) سا : وليكن

(٥) سا ، د : غير موجود

(٦) ف ، سا ، د : تدويره ر

(٧) ف ، سا ، د : بمركزه

(٨) ف ، سا ، د : ا ح

(٩) سا : والكواكب (١٠) سا : غير واضح

(١١) سا : وشبيهة

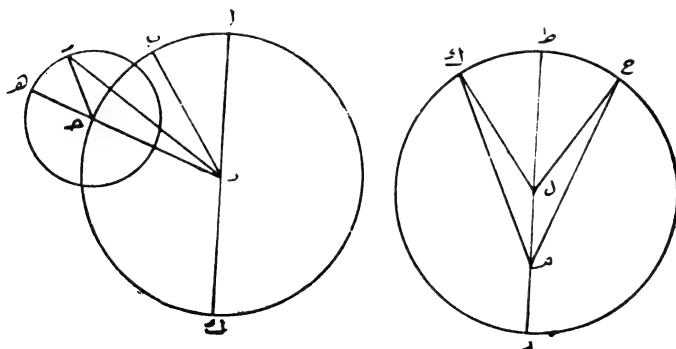
(١٢) سا : ا د

(١٣) سا : د ح هـ

(١٤) سا : د ح إلى ح ر

(١٥) سا : د ح ر

كنسبة ل ك إلى ل م من مثلث ك ل م وزاويتا ل ، ح متساويتان لأنهما تبقيان عن قائمتين بعد ر ح ه ، ط ل ك (١) المتساويتان (٢٢) فالمثلثان (٣) شبيهان فزاوية م كزاوية ر ولكن (٤) ب ح (٥) شبيهه ط ك أعني ه ر فزاويتا ب د ح ، ر ح ه (٦) متساويتان ف : ب د ، ر ح (٧) متوازيان فزاوية ب در مثل زاوية د ر ح (٨) أعني ل م ك وقديان أن زاوية أ د ب التي للفضل مثل ح م ط فجميع زاوية م مثل زاوية أ در وذلك ما أردنا أن نبين (٩) .



شكل (٧٢)

-
- (١) ف : د ح ه ، ط ل ك - وفي ما ر ح ه ، ط ل ك
 (٢) ل ، م ، د : المتساويتين
 (٣) ف : والمثلثان
 (٤) م : لكن
 (٥) م : ب ح
 (٦) م : غير واضح
 (٧) م : ب د ، ر ح
 (٨) م : د ر ح
 (٩) إثبات نظرية حركات القمر باعتبار أن :

النسبة بين نصف قطر التدوير إلى نصف قطر البروج = النسبة بين نصف قطر الخارج إلى نصف

قطر البروج

البرهان : في شكل (٧٢) ح ط ل د الخارج ومركزه نقطة ل ، ومركز البروج م . ولنفرض أن القمر تحرك من ط إلى ل وفي نفس الوقت يكون نصف قطر الخارج ل ط قد تحرك في نفس الاتجاه زاوية معلومة ، أو يمكننا اعتبار الخارج ثابتا بينما تحرك البروج بالمعكس نفس الزاوية . نفرض حركة البروج للمكية هي زاوية ط م ح

فصل

في تبين^(١) اختلاف القمر الأول البسيط (٢)

ولما بن بطليموس ذلك مال (٣) إلى اختيار (٤) فلك التدوير لهذا الاختلاف ولم يبال أن يجعل القمر كأنه لا عرض له بل كأنه على فلك (٥) البروج ليسهل له البيان الذي يحاوله ولا (٦) يصعب بسببه (٧) ما يجب من حساب العرض الذي لا يقع بتركه تفاوت محسوس على ما نبينه بعد وإن كان الواجب أن يتوهم أولا في الكرة التي تحمل القمر فلما في سطح فلك (٨) البروج وعلى مركزه وآخر (٩)

فيكون القمر قد سار على البروج زاوية $ح م ل$ ولكن $ا ب د$ البروج ومركزه نقطة $د$ ، والتدوير $ر ه$ مركزه نقطة $ح$ ، ونفرض أن القمر تحرك زاوية $ه ح ر = ط ل ا$ بينما تحرك التدوير زاوية $ا د ح < ه ح ر$ ، ولناخذ زاوية $ا د ب = ح م ط$ والمطلوب إثبات أن زاوية $ح م ط = ا د ب - ر ه$

في المثلثين $ر ح د$ ، $م ل ل$: $\frac{ر}{د} = \frac{ل}{ل}$

، $ر ح د = م ل ل$ (لأن $ر ه = ط ل ل$)

∴ المثلثان متشابهان ويتبع أن زاوية $ر د = ل م ل$

لكن زاوية $ط ل ل = ر ه = ب د$

∴ $ا د ب = ا د ب + ب د = ا د ب + ر ه = ح م ط + ر ه$

∴ $ح م ط = ا د ب - ر ه$ وهو المطلوب

(ملحوظة : لم يثبت ابن سينا ذلك مباشرة بل أثبت أن زاوية $ح م ل = ا د ر$ ومن ذلك يمكن

استنتاج المطلوب)

(١) ف : تفصيل

(٢) [فصل في تبين اختلاف القمر الأول البسيط] : غير موجود في سا ، د

(٣) سا ، د : مال

(٤) سا : اختيار

(٥) ف : سطح - وف ، سا ، د : مركز

(٦) سا : فلا

(٧) سا ، د : بسبب

(٨) سا ، د : غير موجود

(٩) سا : والآخر

مثلا عنه بمقدار العرض إلا أنه على مركزه ويتحرك فضل حركة العرض (١) على حركة الطول (٢) حركة (٣) مستوية على مركز البروج وينتقل (٤) الأوج بفلك (٥) آخر في سطحه وعليه فلك التلويز وفلك التلويز يتحرك عليه (٦) مشرقيا والقمر على فلك التلويز مغربيا لكنه وإن كان كذلك فقد أخذ الحامل كأنه في سطح البروج للعدر المذكور وأما وجه بيانه لتقدير الاختلاف فلنقدم قبله مقدمات ينتفع بها في هذا الشكل ويعين (٧) على معرفة أحوال التعاديل فنقول « ح » إذا كانت (٨) القوس الوسطى دون نصف دائرة حيث (٩) يكون التعديلان زائدين معا (١٠) أو ناقصين معا كان التعديل بين القوس الحقيقة وبين (١١) الوسطى (١٢) هو في مدة قطع القوس الوسطى تقضل ما بين التعديلين الأصليين اللذين توجبهما (١٣) الدرجتان اللتان تحدان (١٤) تلك المدة ولنبيين (١٥) ذلك على أصل الخارج المركز (١٦) ولتكن دائرة أب د ح على مركز ه للخارج (١٧) و : ا ه ر ب (١٨) القطر المار بالمركزين و : ر مركز البروج (١٩) وليكن الكوكب (٢٠) على د فيكون

(١) سا ، د : الطول - وق ب : [العرض] وفوقها بين السطرين [الطول]

(٢) سا ، د : العرض - وق ب : [الطول] وفوقها [العرض]

(٣) ب : غير موجود

(٤) سا : فينقل

(٥) سا : لفلك

(٦) سا ، د : عليها

(٧) سا : غير واضح

(٨) سا ، د : كان

(٩) ف : غير واضح

(١٠) سا : ر لين

(١١) سا ، د : غير موجود

(١٢) سا ، د : والوسطى

(١٣) سا : توجبه

(١٤) سا : يحدان

(١٥) ف : وليس

(١٦) سا ، د : أولا

(١٧) ف : الخارج

(١٨) سا : غير واضح

(١٩) سا ، د : ومركز البروج ر

(٢٠) ف : بين السطرين

تعديله زاوية ه در وذلك بحسب درجة د ثم إذا صار على ح حتى كان وسطه في هذا الزمان قوس ح د فكان (١) تعديله (٢) بحسب درجة (٣) ح (٤) زاوية ه ح ر وليكن (٥) تعديل (٦) د بحسب الدرجة الذي (٧) هو (٨) زاوية ه در وليكن أعظم ونصل ح د ولنضع التعديلين كما يجب في غرضنا (٩) مختلفين وليكن ه در أعظم من ه ح ر فنقول من البين إن زاويتي ه ح د ، ه د ح (١٠) متساويتان لا محالة فإذا نقصنا من زاوية ح زاوية ر ح ه وزدنا على زاوية د زاوية ه در (١١) حصل منها زاويتا ر ح د ، ر د ح (١٢) وهما زاويتان مثلث ح ر د ولأن زاوية ه در (١٣) أعظم من زاوية ر ح ه يكون ما زيد أكثر مما نقص فتكون زاويتا ر ح د ر د ح أعظم من زاويتي ه ح د ، ه د ح (١٤) تبقى زاوية ح ه د من مثلث ه د ح التي للوسط في هذه المدة (١٥) أعظم من زاوية ح ر د من مثلث ح ر د (١٦) التي للحقيقة تفضل (١٧) زاوية ه در على زاوية ه ح ر (١٨) فيكون التعديل بين (١٩) القوس المرئية أعنى زاوية ر والقوس الوسطى أعنى زاوية ه هو فضل ما بين تعديلي الدرجتين

(١) ب : و كان

(٢) [في هذا الزمان قوس ح د فكان تعديله] : غير موجود في س

(٣) سا ، د : الدرجة

(٤) سا ، د : غير موجود

(٥) سا ، د : غير موجود

(٦) سا ، د : وتعديل

(٧) سا ، د : غير موجود

(٨) سا ، د : غير موجود .

(٩) ف ، سا : غرضنا

(١٠) سا : ه ح د ، د ح

(١١) سا : ه ح ر ، ر د ح

(١٢) سا : ن ج د ، ر د ح .

(١٣) ف : ه ح ر

(١٤) سا : ه ح د ، ه د ح .

(١٥) [في هذه المدة] : غير موجود في سا ، د

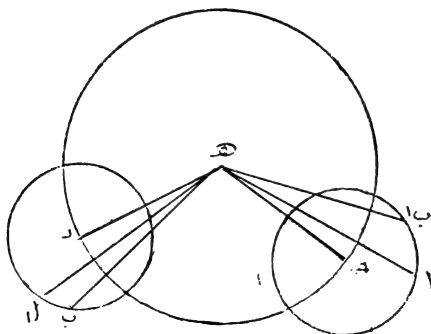
(١٦) [من مثلث ح ر د] : في هاش ف

(١٧) ب ، ف : غير واضح

(١٨) سا : غير واضح

(١٩) ف : غير واضح

«د» ولنسب ذلك على أصل التلووير ولتكن دائرة حر د الموافقة المركز ومركزها (١)
 هـ و : حـو : د نقطتا مركز التلووير صار فيها (٢) من حـ إلى د ولما كان التلووير على حـ
 كان الكوكب على أ وكان التمديد للدرجة زاوية حـ هـ أ فلما صار التلووير على د صار
 الكوكب على ب فكان تمديد الدرجة زاوية د هـ ب من فلك التلووير المرتن فكان
 القوس (٣) الحقيقية (٤) قوسا : وترها زاوية أ هـ ب على أن ا من فلك التلووير



شكل (٧٤)

وهو على حـو : ب من فلك التلووير وهو على د وقوس الوسط قوس توترها زاوية
 حـ د و زاوية حـ د هـ (٥) تفضل على زاوية أ هـ ب (٦) المذكورة بزاوية ب هـ د
 وتنقص منها بزاوية أ هـ ج (٧) والتفاضل (٨) بينهما هو التفاضل بين زوايتي القوسين لكن
 زاوية د هـ ب أعظم من د هـ ا بزاوية أ هـ ب وهي (٩) تفاضل تعديل الدرجة وكذلك (١٠)
 لو فرضنا الكوكب أولا على ب ثم صار إلى الحضيض ثم إلى الأوج ثم إلى ا فيكون

(١) سا ، د : ومركز

(٢) سا : فهما

(٣) سا ، د : قوس

(٤) سا ، د : الحقيقة

(٥) [وزاوية حـ د] : في هامش ف

(٦) سا : ا ب

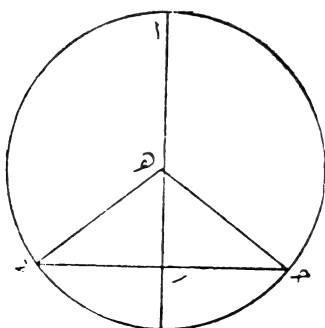
(٧) سا : غير واضح

(٨) سا ، د : فالتفاضل

(٩) سا ، د : فهي

(١٠) سا : وللا

حيث أن المرفق هو زاوية ب ه ا و : ب من التدوير وهو على ح و : ا من التدوير (١) وهو على د فيفضل (٢) الوسط الذي هو زاوية د ه ح زاوية (٣) ب ه ح ويفضله الوسط بزاوية أ ه د والفضل بين الفضلين زاوية ا ه ب وهو التعديل وهو بهينه تفاضل تعديلي الدرجتين (٤) « ه » فإن كان أحد التعديلين ائدا والآخر ناقصا فإن التفاوت بين القوسين وهو تعديل ه : بين القوسين هو مجموع التعديلين ولنبين (٤) ذلك في أصل الخروج أولا في مثل تلك الدائرة وليكن ح بين الحضيض والأوج و : د بين الأوج والحضيض والقوس قوس ح ا د فزاوية ح ه د (٥) للتعديل زائدة وزاوية



شكل (٧٥)

(١) وهو على ح و : ب من التدوير : غير موجود في س ا .

(٢) س ا : ففضل .

(٣) س ا : زاوية .

(٥) نظرية (٢٧) [البرهان بطريقة فلك التدوير]

في شكل (٧٤) ليكن ح د البروج ومركزه نقطة ه ، ولنفرض أنه عندما كان مركز التدوير عند نقطة ه كان الكوكب عند ا فلما أصبح مركز التدوير عند نقطة د صار الكوكب عند نقطة ب .

∴ التعديل في الموضع الأول هو زاوية ح ه ا .

، التعديل في الموضع الثاني هو د ه ب .

، القوس المرفق = زاوية ا ه ب .

، القوس الوسطى = زاوية ح ه د .

$$ح ه د - ا ه ب = (ح ه د + ا ه ب) - (ح ه د + ا ه ب)$$

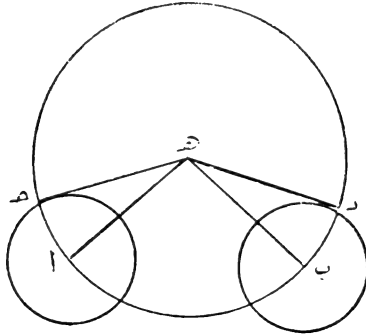
$$ح ه د - ا ه ب = ح ه د$$

أي أن الفرق بين القوس المرفق والقوس الوسطى = الفرق بين التعديلين .

(٤) ب : وليس .

(٥) ب د : ج ه .

دهى للتعديل ناقصة لكن زاوية الرؤية والقياس الحقيقية هي مجموع زاويتي ح ا ،
أ ر د الداخلتين وزاوية الوسط هي مجموع زاويتي ح ا ، أ ه د الخا، جتين وهما
يفضلان مجموع (١) زاويتي ج ، د ومجموعهما (٢) فضل التعديل (٣) (***) ولنبين
ذلك أيضا في أصل التلوير وليكن تعديل أ ه د (٤) ناقصا وتعديل ب ه د (٥)
زائدا فتكون زاوية ح ه د بفعل القوس الحقيقة وزاوية أ ه ب بفعل القوس الوسطى



شكل (٧٦)

(١) ا : المجموع - وفي ف : مجموع .

(٢) ب ، د : فمجموعهما .

(٣) ب ، د : التعديلين .

(٥٥) نظرية (٢٨) : إذا كان التعديلان عند موضعى الكوكب أحدهما زائدا والآخر ناقصا فإن

الفرق بين القوس الوسطى والقوس المربعة يساوى مجموع التعديلين .

البرهان بطريقة الخارج المركز : لكي يكون أحد التعديلين زائدا والآخر ناقصا ، يكون

موضعى الكوكب في نصفين مختلفين من الدائرة ويفصلهما القطر الواسل بين الأوج والخضيض .

في شكل (٧٥) ا ه د الخارج ومركزه نقطة ه ، ومركز البروج نقطة ر ، أما موضعى الكوكب

فهما عند ح ، د .

القوس الوسطى هي زاوية ح ا د = ج ه ا + ا ه د .

والقوس المربعة = ح ر ا ، ا ر د .

ح ه ا = ح ر ا + ا ر ه .

ا ه د = ا ر د + ر د ه .

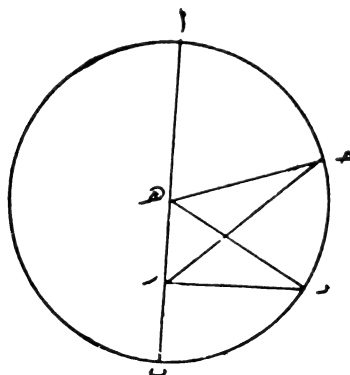
∴ (ح ه ا + ا ه د) = (ح ر ا + ا ر د) + (ر د ه + ه ر د) .

∴ القوس الوسطى = القوس المربعة + مجموع التعديلين وهو المطلوب

(٤) س ا : ا ه د .

(٥) س ا : ب ه د .

وهي تنقص عن المرئية بمجموع التعديلين وكذلك إن جعلت في الأصلين جميعاً زاوية ح ناقصة وزاوية د زائدة بأن أوقعت خطي الرؤية^(١) في خلاف الجهتين وذلك سهل^(٢) ر « ونقول إنه قد وجب من^(٣) جميع ما أوردناه أنه إذا فعل قوس تعديلًا زائداً فالقوس الباقية إلى تمام الدائرة لم تفعل ذلك التعديل بعينه^(٤) ناقصاً ، أما^(٥) إذا كان التعديلان من جنس واحد فلنعد الشكل الذي لأصل الخروج فنقول



شكل (٧٧)

إذا قطع الكوكب ح أ ب د وعاد^(٥) إلى د يكون خط الرؤية فعل زاوية ح ر أ فعل زاوية ج ر أ وقائمتين وزاوية ب ر د وفعل الوسط^(٦) زاوية ح هـ ا وقائمتين وزاوية

(١) سا : الراوية

(٥) نظرية (٢٨) بطريقة فلك التدوير : في شكل (٧٦) فلك التدوير كان عند نقطة ا والكوكب عند ح ثم تحرك فلك التدوير إلى نقطة ب وأصبح الكوكب عند د

∴ القوس المرئية هي زاوية ح هـ د

، القوس الوسطى هي زاوية ا هـ ب

ح هـ د = ا هـ ب + ح هـ د + ب هـ د

∴ القوس المرئية = القوس الوسطى + مجموع التعديلين وهو المطلوب

(٢) سا ، د : في

(٣) سا : غير واضح

(٤) سا ، د : وأما

(٥) سا ، د : فعاد

(٦) سا : المتوسط

ب هـ د (١) أعنى يكون فعل زاوية ح ر ا وزيادة زاوية ح وقائمة زاوية ب ر د
بنقصان زاوية د فيكون نقص من المقوم زاوية د و زاد زاوية ح فلتنقص زاوية ح من د
يبقى (٢) النقصان فضل د على ح وهو الذى كان به زيادة الوسط فى قوس د ح وأنت
تعلم من الشكل الذى وية التعديلان غير متجانسين أن مجموعها أيضا التعديل ولكن
رائدا (٢٢) .

ج هـ وأما فى أصل التدوير والتعديلان (٣) متجانسان (٤) كان مركز التدوير (٥)
إذا سار من د إلى ج فى جهة ر وحصل (٦) الكوكب من أ إلى (٧) ب تكون (٨)
زوايا الرؤية زوايا ح ط ك العلم وزوايا الوسط زوايا ل م ن العلم فيكون الوسط يزيد

$$\begin{array}{ll} (١) & \text{سا} \\ & \text{هـ د} \\ (٢) & \text{سا} \\ & \text{تبقى} \end{array}$$

(٣٠) نظرية (٢٩) : إذا كانت القوس الوسطى بين موضعى كوكب أكبر من ١٨٠° وكان
التعديلان من جنس واحد (أى كان الموضعان فى نصف واحد من الدائرة) فإن :

القوس المرئية - القوس الوسطى = - الفرق بين التعديلين

البرهان بطريقة الخارج المركز فى شكل (٧٧) كان الكوكب عند ح ثم تحرك إلى ل ثم إلى ب
وأخيرا إلى د حيث نقطة د فى نصف الدائرة التى فيها ح

$$\text{زاوية الرؤية} = \text{ح ر ل} + ١٨٠ + \text{ب ر د}$$

$$\text{زاوية الوسط} = \text{ح ر ل} + ١٨٠ + \text{ب ر د}$$

$$= - (\text{ح ر ل} + \text{ر ح ل}) + ١٨٠ + (\text{ب ر د} - \text{د ر د})$$

$$= - (\text{ر ح ل} - \text{ل ح ر}) + ١٨٠ + \text{ب ر د}$$

$$= \text{زاوية الرؤية} + \text{الفرق بين التعديلين}$$

∴ القوس المرئية - لاقوس الوسطى = - الفرق بين التعديلين

(٣) ب : والتعديلين - وفى ب : والتعديل

(٤) ب : متجانسين - وبين السطرين [فى التعديل متجانسين] - وفى سا : غير واضح

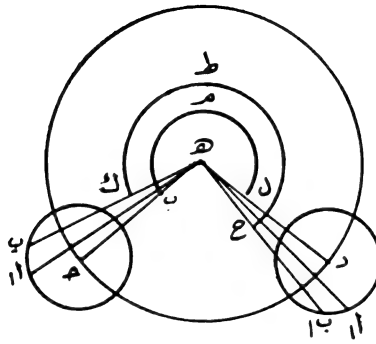
(٥) ب : بين السطرين [مدار التدوير] - وفى سا ، د : [فلاذن الكوكب] بدلا من [كان

مركز التدوير]

(٦) سا ، د : فحصل

(٧) ب ، ف : فى

(٨) ب : فتكون



شكل (٧٨)

ج هـ ب (١) وينقص بزواوية أ هـ د (٢) والفضل (٣) بينها زواوية ب هـ أ (٤) وبه يزيد الوسط وبه كان ينقص (٥) . وأما في أصل التدوير والتعديل مخالف (٤) فذلك ظاهر - وهو أن مافي (٦) زوايا (٧) د هـ ج بعد علم (٨) ل م ن ينقص عما (٩) في (١٠)

(١) سا : د هـ ب - وف : ح هـ د

(٢) سا : ا هـ ح

(٣) سا : الفضل

(٤) سا : د هـ ا

(٥) نظرية (٢٩) بطريقة فلك التدوير : في شكل (٧٨) عندما كان مركز التدوير عند د كان الكوكب عند ا ، ثم تحرك التدوير إلى ج وسار الكوكب إلى ب ، وكانت حركة التدوير بين نقطتي د ، ح من طريق الأوج ر

زاوية الرؤية هي ح ط ل الواقعة بين خطي هـ ا ، هـ ب ،
زاوية الوسط هي ل م ن المقابلة للقوس د ا -
ل م ن = ح ط ل + ب هـ ا - ا هـ د
∴ ح ط ل = ل م ن - ا هـ د - ب هـ ا

∴ زاوية الرؤية - زاوية الوسط = - الفرق بين التعديلين .

(٥) ب ، ف : متخالف

(٦) سا ، د : باق

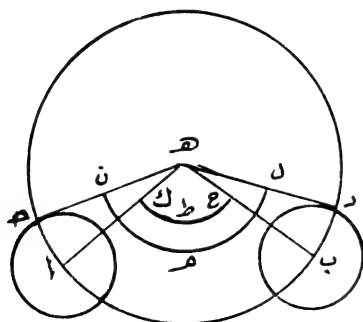
(٧) سا : زاوية

(٨) ب : بين السطرين (أعني)

(٩) سا ، د : من

(١٠) سا ، د : باق

زوايا أ ه ب (١) بعد علم (٢) ح ط ك بزائيتي د ه ب ، أ ه ج (٣) (٥٥) مجموعتين
وبذلك يزيد العلم على العلم وبالحملة في أي الجانبين زاد بها ينقص في الآخر وكذلك



تمثيل (٧٩)

في أصل الخروج (٤) زاويتا ر في جهة أ تنقصان (٥) عن زاويتي ه في جهة أ

(١) سا : ا ه -

(٢) ب : بين السطرين [أضئ]

(٣) سا : د ه ب ، ا ه -

(٥٥) نظرية (٢٩) عندما يكون التديلان مختلفين فإن :

زاوية الرؤية - زاوية الوسط = مجموع التديلين

البرهان بطريقة فلك التدوير : في شكل (٧٩) كان مركز التدوير عند نقطة ا والكوكب عند -

ثم أصبح مركز التدوير عند نقطة ب والكوكب عند د

زاوية الرؤية هي ل م ن

وزاوية الوسط هي ح ط ك

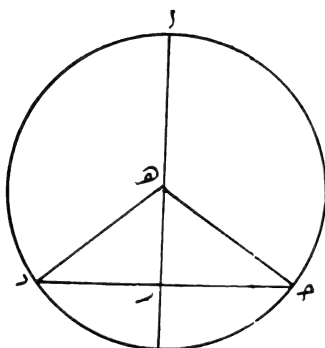
ل م ن - ح ط ك = ا ه - ب ه د

∴ زاوية الرؤية - زاوية الوسط = مجموع التديلين

(٤) (ق أصل الخروج) : غير موجود في سا

(٥) سا : ينقصان

بزوايتي ج، د مجموعتين (***). فإذا فهمنا هذه الأشياء فلنفهم حال التعديلات (١) في كل واحد (٢) من الكسوفات الثلاثة (٣) القديمة والحديثة . ليكن خارج المركز (٤)



شكل (٨٠)

هـ ر ح (٥) على دوليكن مركز التلوير على هـ ولما كان المركز على هـ كان الكوكب على أ مجزاء (كدل) من الحوت ثم بعد الأدوار حصل المركز من طريق ح على ر وتحرك الكوكب من أ إلى الخضيض ثم إلى ب وحصل عند ب وحاذى (بحمه) من الحوت (٦) فزاد التعديل كما علمت (٧) أدب (٨) ثم دار المركز من ر إلى هـ (٩) إلى ح وسار الكوكب من ب إلى أ حتى حصل عند ح (١٠) وحاذى (حيه) من السنبلة (١١) وكان (١٢) المركز سا. يا في زوايا ر د ح عن قائمتين بعد القائمتين ولحقق ساريا

(***). نظرية (٢٩) بطريقة الخارج المركز : في شكل (٨٠) كان الكوكب عند ح ثم تحرك إلى نقطة د من طريق أ

زاوية الرؤية هي - ر أ + أ ر د

وزاوية الوسط هي - هـ أ + أ هـ د

- هـ أ + أ هـ د = - ر أ + أ ر د + ر د د + د ر هـ

= (- ر أ + أ ر د) + (ر د د + د ر هـ)

∴ زاوية الوسط - زاوية الرؤية = مجموع التعديلات

(١) سا : البعد ثلاث (٢) سا ، د : واحدة

(٣) سا : غير موجود (٤) سا : مركز

(٥) سا : رح

(٦) ب : [السنبلة] وفوقها السطرين [الحوت]

(٧) سا ، د : [فزاد كما علمت تعديل] بدلا من [فزاد التعديل كما علمت]

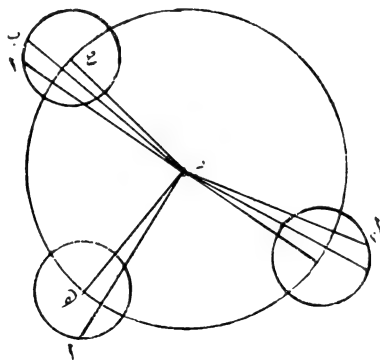
(٨) سا ، د : أ - ب - و : أ : ب - أ

(٩) [إلى هـ] : غير موجود في سا ، د (١٠) سا : ح

(١١) ب : [الحوت] وفوقها بين السطرين [السنبلة]

(١٢) سا : وكان

في (١) زوايا ب د ح (٢) عن قائمتين (٣) بعد (٤) القائمتين وفضل المحقق بزواوية
ب در وفضل الوسط بزواوية (٥) ج د ح فتسقط (٦) زواوية ح د ب بزواوية
ح د ب بزواوية ر د ب تبقى فضلة الوسط وهو التعديل الناقص زواوية (٧) ب د ح (٨)
ولما كان قوس أ ح ب (٩) زائدة التعديل ومباعدة باعتبار تفاوت ما بين



نقش (٨١)

الوسط والمحقق (ح كد) (١٠) يكون باقيها (١١) قوس أ ب ناقصة التعديل بهذا
القدر لما بيناه وتعديل قوس ب أ ج (١٢) ناقص (١٣) (ح ل) (١٤) بأقل من

- (١) (ساريا في زوايا ر د ح عن قائمتين بعد القائمتين والمحقق ساريا في [: غير موجود في سا
- (٢) ف : ب ح د - وفي سا : ب د ح
- (٣) سا : القائمتين
- (٤) [قائمتين بعد] : غير موجود في ف
- (٥) [ب د ر وفضل الوسط بزواوية] : في هامش ب ، ف
- (٦) ف : تسقط
- (٧) [ح د ح فسقط زواوية ح د ب بزواوية ر د ب تبقى فضلة الوسط وهو التعديل الناقص
زواوية] : غير موجود في سا - وفي ب : بزواوية
- (٨) سا : ب د ح
- (٩) سا : ب ح ا
- (١٠) سا : ح ل د
- (١١) ف : يا فيها - وفي سا ، د ما فيه
- (١٢) سا : ا ح ب
- (١٣) في هامش ب : [ناقص بأقل من تعديل قوس ب ا وهو ح ل الناقص فيجب]
- (١٤) ف : ه ا ر - وفي سا : غير موجود

تعديل قوس ب أب : أ ج (١) أعنى تعديل (٢) قوس أ ح ب (٣) وهو (ح ك د) (٤)
 الزائد فيجب أن يكون قوس أ ج ب (٥) زائد التعديل بقدر ما يفضل به
 التعديل الزائد على التعديل الناقص وهو (ب مر) (٦) وذلك لأن الكوكب إذا كان على
 أو مركز التدوير على أى نقطة شئت وليكن على ر (٧) وكما هى بحالها فليس فى
 ذلك تفاوت فيكون المحقق ساريا فى الزوايا عن أ د ح والتدوير على ر والوسط ساريا
 فى الزوايا عن ر د ح وكان الفضل بينها للمحقق زاوية أ د ح (٨) وهى فضل
 تعديل أ د ب (٩) على تعديل ب د ح (١٠) وبها (١١) المحقق على الوسط (هـ) . ولنبين

(١) ف ب ا ج

(٢) [قوس ب ا ج - ا ح ب] : غير موجود فى سا

(٣) سا ا ج

(٤) سا ج د

(٥) سا ب د

(٦) [وهو (ب مر)] : غير موجود فى سا

(٧) ف د

(٨) سا ا د ج

(٩) سا ا د

(١٠) ف ا د ح - وفى سا ب د ج

(١١) سا ، د وبه

(هـ) فى شكل (٨١) نفرض هـ خارج المركز ومركزه نقطة د ، وعندما كان مركز التدوير
 عند نقطة هـ كان الكوكب عند ا ، ثم تحرك التدوير دورات كاملة عن طريق ج حتى وصل إلى ر حيث
 تحرك الكوكب عن طريق الحضيض حتى وصل إلى ب
 . التعديل فى هذه الحالة بالزيادة لأن نقطة ا تحركت عن طريق الحضيض والزيادة هى زاوية

٢ ا د ب

وبعد ذلك تحرك مركز التدوير من نقطة ر عن طريق هـ إلى ج حيث تحرك الكوكب من نقطة ب
 عن طريق ا إلى -

. المركز كان يتحرك فى زوايا ر د ج زائدا عدة دورات

والمحقق كان يتحرك فى زوايا ب د ح زائدا عدة دورات

زاوية المركز أى الوسط ر د ح تزيد عن زاوية المحقق ب د ح بزاوية ب د ر أى أن المحقق ينقص من
 الوسط بزاوية ب د ر وهذه تساوى زاوية ج د ب وزاوية المحقق تزيد عن زاوية الوسط بزاوية ح د ج

. زيادة المحقق عن الوسط = ح د ج - ب د ج = ج د ب - د ح ج

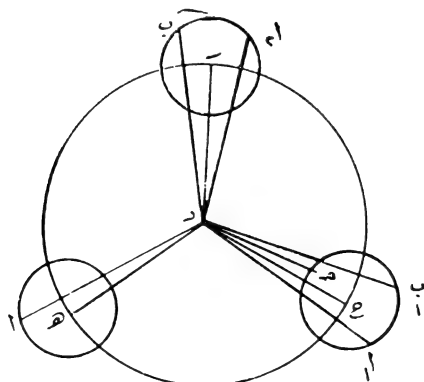
لكن القوس ج د ب - ب د ج يتقابل فرق تعديل = ج د ب - ج د ب = ٢ ا د ب

أى تمديلا زائدا = ٢٤ ' ٣

. قوس ج د ب - ج د ب = ٢٦٠ - ج د ب يتقابل تمديلا ناقصا = ٢٤ ' ٢

والقوس ج د ب - ج د ب يتقابل فرق تعديل = ج د ب - ج د ب

نظير هذه الأحوال في الكسوفات الثلاثة الأخرى ولنكن ه مكان مركز فلك (١) التلوير في الكسوف الأول وكان القمر على أ بجاء (بجيه) (٢) من (٣) العقرب (٤) وقد (٥) سار المركز إلى ر من طريق ح فلما حصل المركز على ر حصل الكوكب على ب بجاء (كه ط) (٦) من (٧) الحمل (٨) فيكون المركز فعل (٩) باقي زاوية ه در (١٠) والحقق سار باقي (١١) زاوية أ د ب (١٢) ينقص



شكل (١٢)

عن الوسط بمجموع زوايا ر د ب، أ د ه ثم سار المركز من ر إلى ح وحصل الكوكب

وهذا الفرق أقل من فرق تعديل ١١ ب ١١ أي أقل من ١١ د ١١ بزاوية ١١ د ١١ = ٣٧' صفر°

∴ فرق تعديل ١١ ب ١١ = ٢٤' ٣° - ٣٧' صفر° = ٤٧' ٢°

- (١) سا د غير موجود
- (٢) ب ي - وفي سا د ب
- (٣) سا ومن
- (٤) سا النور - وفي ب : بين السطرين [النور]
- (٥) سا قد
- (٦) ف كه نا - وفي سا كه
- (٧) سا : ومن
- (٨) سا : الميزان وفي ب بين السطرين : الميزان
- (٩) ف غير واضح
- (١٠) سا : ه در و
- (١١) سا : [ساريا في] بدلا من [سار باقي]
- (١٢) سا : ا ب

على حـ بخذاء (كده) من السنبلة^(١) فيكون تحرك^(٢) مجموع زاويتي هـ دح،
 رده^(٣) والمحقق مجموع زاويتي ب دأ، أدح^(٤) يزيد على الوسط بزواوية ب در
 وينقص بزواوية ح دح وهي بعض زاوية دب ح أعنى ب در فالفضل بينها زاوية
 ب دح وهو التعديل الزائد وكان التعديل الأول من مجموع زاويتي أد هـ، ر دب
 أعنى أ در، ر دب^(٥) أعنى أد ب فيكون الفضل بين هذا^(٦) التعديل
 والأول زاوية ح دأ وهي أيضا تعديل الزيادة وذلك لأننا لو توهمنا المركز يتحرك
 والكوكب يتحرك فلما حصل الكوكب على أ كان المركز حصل مثلا على نقطة ط : ط
 لا محالة إنما تقع حيث تكون نسبة زوايا قوس أ در عند المركز د إلى زوايا قوس
 أ جر^(٧) اللتين^(٨) قطعها التدوير والكوكب في مدة واحدة كنسبة زوايا السير
 من عند المركز^(٩) في دورة واحدة أو لكل^(١٠) قوسين بقدر أنهما في مدة واحدة
 فإن كان المركز^(١١) سار لا أكثر من نصف دائرة بل لتكن ط حيث ر فيكون
 المركز سار زاوية ح در والمرئى زاوية ج دأ^(١٢) تفضل على الوسط بزواويتي
 ج دح، ر دأ أعنى ج أ د وإن سار أكثر من نصف دائرة حتى كان مثلا على هـ
 فيكون الوسط مجموع زاويتي ح در، ر ده^(١٣) والمرئى يزيد^(١٤) عليها بمثل

(١٠) [بخذاء (كده) من السنبلة] : غير موجود في سا

- (٢) سا يحرك
 (٣) سا هـ در هـ ، د ح
 (٤) سا ب د ا ، ا د ح
 (٥) ف ا د ب ، ر دب
 (٦) سا غير واضح
 (٧) سا ا د ب
 (٨) ب ، سا : اللتان
 (٩) ب : المركزين
 (١٠) سا : لكل واحد
 (١١) سا : غير موجود
 (١٢) سا : ح د ا
 (١٣) سا ح در ر د هـ
 (١٤) ب غير موجود

ما زاد (١) هناك بعينه* . ويتبين (٢) من هذا أن كل قوس زائدة التعديل إذا زاد بعضها من ذلك التعديل شيئا فالباقي (٣) يزيد باقي التعديل وكان أيضا قد بان أن كل قوس زائد التعديل إذا نقص بعضها من التعديل شيئا فالباقي (٤) يزيد بالتعديل قدره به (٥) يفضل التعديل الزائد على الناقص ونقول الآن إن الأوج لا يجوز أن يكون إلا على قوس أب إذ (٦) كان قوس ب ج أ (٧) زائدة التعديل يبقى

(١) سا : نراد

(٥) في شكل (٨٢) نعرض مركز التدوير نقطة هـ عند الكوكب وف الأول بينها كان القمر عند ا ،

ثم تحرك المركز إلى نقطة ر عن طريق ح حيث أصبح الكوكب عند ب

∴ المركز سار زاوية قدرها ١٨٠ - هـ د ر

والحقيق سار زاوية ١٨٠ - ا د ب

∴ الوسط - المحقق = ا د ب - هـ د ر

= ر د ب + ا د هـ (١)

وبعد ذلك سار المركز من ر إلى ح حيث أصبح الكوكب عند ح

∴ المركز سار زاوية ر د هـ + هـ د ح

والحقيق سار زاوية ب د ا + ا د ح

∴ المحقق - الوسط = ب د ا + ا د ح - ر د هـ - هـ د ح

= ا د ح - هـ د ح -- (ر د هـ - ب د ا)

= - د ح + ا د ح - (ب د ر + ا د هـ)

= - د ح - ب د ر

لكن زاوية ح د ح جزء من زاوية ب د ا د ح (= ب د ر)

والفرق = - د ح - ب د ا د ح = - ب د ا د ح (٢)

لكن التعديل الأول من (١) = ا د هـ + ر د ب

= ا د ر + ر د ب

= ا د ب

∴ الفرق بين التديلين = ا د ب - ب د ا د ح = - ا د ب - ا د ب د ح

= - ا د ا

(٢) ف : ويتبين

(٣) ب ، ف : والباقي

(٤) ف : والباقي

(٥) سا : قدر ما - وف ب : قدر ما به

(٦) سا : إذا

(٧) سا : ب ح ا

قوس أب ناقصة التعديل بمثل مازادت (١) تلك وهذا مما يسهل (٢) تناوله مما سلف لك .

والآن نرجع (٣) إلى الكتاب (٤) فنقول إنه استعمل ثلاثة (٥) كسوفات قديمة وثلاثة كسوفات (٦) حديثة استخراج فيها (٧) بطريق الهندسة مسير القمر في الاختلافات (٨) ، فأما القديمة فالأول منها قد كانت (٩) الشمس في وسط زمانه (١٠) المعلوم المقدار والوقت بالاسكندرية بالحقيقة على ما يوجه التاريخ في الحوت بالحقيقة (ك دل) ومعرفة هذا من التاريخ أنه كان مكتوبا بساعته (١١) ويومه وشهره وسنته بأرض بابل والطول بين أرض (١٢) بابل والاسكندرية معروف فساعة ذلك الكسوف بالاسكندرية معلومة فحصل وسط الشمس لتلك الساعة بالاسكندرية لأن قياسه (١٣) بالنسبة إلى الاسكندرية ثم قوم .

وأما الكسوف الثاني (١٤) فالشمس كانت في وسط زمانه (١٥) بحسب ذلك القياس على ثلاثة عشر (١٦) جزءا ونصف وربع الحوت فيكون الشمس والقمر (١٧) تحركا (١٨) بعد الأحوار التامة بثلاثمائة (١٩) وتسعة وأربعين جزءا وخمس عشرة (٢٠) دقيقة

(١) سا	مازاد	(٢) ف	نمهل
(٣) سا	د	(٤) سا	غير واضح
(٥) سا	د		
(٦) سا	د		
(٧) سا	د		
(٨) سا	د		
(٩) سا	كان		
(١٠) سا	زمانها		
(١١) سا	ساعته		
(١٢) سا	د		
(١٣) سا	د		
(١٤) سا	الباق		
(١٥) سا	زمانها		
(١٦) سا	غير واضح		
(١٧) سا	غير موجود		
(١٨) سا	: لـ كا		
(١٩) ب	سا ، د		
(٢٠) سا	د		

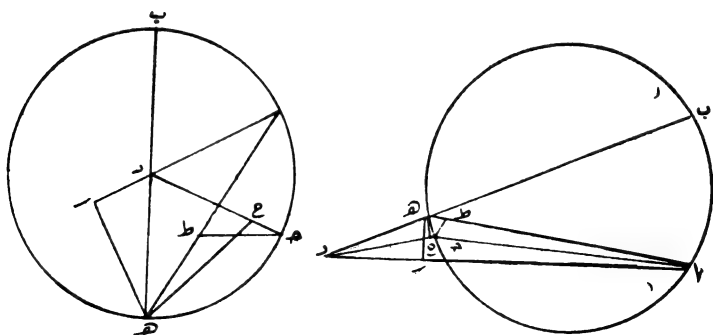
والمدة بينها بالتاريخ ثلاثمائة وأربعة وخمسين يوما ومن الساعات أما على الإطلاق فساعتان ونصف^١ وأما من المعدلات بحسب اختلاف الأيام بلياليها فساعتان^(١) ونصف جزء من خمسة عشر^(٢) جزءا^(٢) من ساعة . وأما الكسوف الثالث فالشمس كانت في وسط زمانه^(٤) على ثلاثة أجزاء وربع بالتقريب من السنبلة فيكون الفضلة مائة وتسعة وستين^(٥) جزءا وثلاثين^(٦) دقيقة وكانت المدة^(٧) (قعو) يوما^(٨) وعشرون^(٩) ساعة ونصف^(١٠) مطلقة ومن المعدلات عشرين ساعة وخمس ساعة^(١١) فيجب^(١٢) أن تكون المدة الأولى قد زادت في الاختلاف قوسا مقدارها^(١٣) ثلاثمائة وستة أجزاء وخمس وعشرون^(١٤) دقيقة على رأى أبرخس وفى الطول ثلاثمائة وخمسة وأربعون جزءا وإحدى وخمسون^(١٥) دقيقة وإذا علم مقدار^(١٦) قوس الزيادة المقومة^(١٧) ومقدار القوس الوسطى والفضل المعلوم بالرصد بينها وهو^(١٨) التعديل الذى بحسب القسى فى أنفسها الذى إما أن يكون قدر تفاضل ما بين تعديل الدرجتين وإما مجموع تعديل الدرجتين على ماسلف منا بيانه على الأصلين جميعا وإذا قايست من الموضع المعلوم بالرصد وبين الوسط الذى يجب فى تلك المدة خرج قوس التعديل من فلك الروج (ج ك د) زائدة وفى المدة

-
- (١) سا ، د : ساعتان
(٢) سا : خمسة عشر
(٣) سا : غير معروف
(٤) سا : زمانه
(٥) سا ، د : وستون
(٦) سا ، د : وثلاثون
(٧) سا : غير موجود
(٨) سا : غير موجود .
(٩) سا : غير واضح
(١٠) سا : غير موجود
(١١) (وخمس ساعة) : غير موجود فى سا
(١٢) سا ، د : فيجب إذن
(١٣) سا : مقدار
(١٤) سا ، د : وعشرين
(١٥) د : وخمسين
(١٦) سا : غير موجود
(١٧) ف : المقدمة
(١٨) سا : هو

الثانية تكون الفضلة في الاختلاف (قن كو)^(١) وفي الطول (قع ر) والتعديل (لر)^(٢) دقيقة ناقصة ورسم شكلا بين به جملة القوس التي يفصلها الخط الخارج من مركز البروج إما إلى نقطة (٣) القمر (٤) في فلك (٥) التدوير أو إلى نقطة القمر (٦) في الخارج المركز النقطتان (٧) منها اللتان تليان البعد الأبعد من نقط (٨) الكسوفات الثلاثة وتفضل على القوس المرسومة بالنقط الثلاثة قوسا وبين أن مركز فلك (٩) التدوير في أصل التدوير (١٠) غير واقع إلا خارجا عن وتر هذه (١١) القوس المفصولة ثم توصل من ذلك (١٢) إلى أن استخراج نسبة (١٣) نصفي قطري المواقي والتدوير بعد أن نعرف في (١٤) في ذلك الشكل بعينه نسبة الخط الخارج من البصر إلى القمر من (١٤) حيث يقطع التدوير إلى تمامه الذي هو الوتر « يا » فليكن فلك موافق المركز وعليه فلك تدوير على مافي أحد (١٥) الأصيلين والشكلين أو فلك خارج المركز كما في الثاني وليكن أ مكان القمر عند وسط الكسوف الأول وسار بعد الأدوار من أ في جهة ج حتى عاد إلى ب (١٦) ثم سار من ب بعد الأدوار حتى كان في الكسوف الثالث عند جو : أ ج ب و : ب أ معلومان على أصول (١٧) أبرخس (١٨) الذي لا يؤثر الخلاف اليسير الذي يظهر فيها تأثيرا

-
- (١) سا قن لو
(٢) سا ، د سبع وثلاثون
(٣) ف غير موجود
(٤) سا القسم
(٥) ف : غير موجود
(٦) سا : القسم
(٧) في هامش ب : [يعني إما فلك التدوير أو الخارج]
(٨) ف ، سا ، د : نقطة
(٩) سا : غير موجود
(١٠) [في أصل التدوير] : في هامش ف
(١١) سا ، د : هذا
(١٢) سا : فلك
(١٣) ف : نسبة فضل
(١٤) سا ، د : غير موجود
(١٥) سا ، د : إحدى
(١٦) في هامش ب : [في الكسوف الثاني]
(١٧) سا ، د : أصل
(١٨) سا : انرجس

في هذه المدة يعتد به (١) فإذا كان قوس أ ج (٢) زائدة التعديل بمقدار (٣) (ح كد) فبقية أ ب إلى تمام الدر ناقصة التعديل (٤) بذلك المقدار (٥) وإذا كانت قوس ب أ ح ناقصة التعديل (لر) (٦) دقيقة فيكون قوس أ ج زائدة التعديل (٧) بقدر (٨) ما إذا (٩) أضيف قس (١٠) إلى مبلغ نقصان تعديل قوس ب أ وهو (ح كد) كان (١١) الفضل (١٢) بينها (١٣) جميعا شيئا يسيرا وهو (لر) (١٤) دقيقة فهو (١٥) بالجملة ثلاثة أجزاء وأربع وعشرون دقيقة الا سبعا وثلاثين (١٦) دقيقة* .



شكل (٨٣)

(٢) ما ، ا - ب

- (١) سا : غير واضح
- (٢) ف : مقدار
- (٤) سا ، د : غير موجود
- (٥) سا ، د : القدر
- (٦) سا ، د : بسج وثلاثين
- (٧) سا ، د : زائد
- (٨) سا : بعد
- (٩) سا ، د : غير موجود
- (١٠) ب : في الهاشم - وفي سا ، د : غير موجود
- (١١) سا ، د : بقى - وفي هاشم ب : [بقى النقصان منها]
- (١٢) سا ، د : النقصان
- (١٣) سا ، د : منها
- (١٤) سا ، د : سبج وثلاثون
- (١٥) سا : فهي
- (١٦) سا ، د : وثلاثون

(٥) هنا تكرر لما سبق شرحه عن شكل (٨١) أي دراسات من بعض الكسوفات المعروفة باعتبار

فقد علمت كمية (١) هذا الشكل (٢) ومثل (٣) ذلك (٤) نسبته فيعلم (٥)
 بالحساب أن زيادة (٦) تعديل أ ج يكون جزئين (٧) وسبعا وأربعين دقيقة وأن (٨)
 معنا إذا زيد عليه سبعا (٩) وثلاثين (١٠) دقيقة بلغ ج كد ثم من البين أن الخفيض
 لا يكون على قوس ب أ ج إذ كانت (١١) قوس نقصان فهو إذن في البعد (١٢) الآخر
 فلنطلب مركز البروج وليكن (١٣) د فيقع في أصل التدوير خارجا وفي (١٤) أصل
 الخارج (١٥) داخلا وانصله بالنقط الثلاث كما في الشكلين بخطوط د ب ، ا د (١٦)
 ونخرج ب د في أصل الخارج إلى ه وفي أصل التدوير تكون (١٧) ه علامة تقاطع
 انهمك وخط د ب (١٨) ومن ه على ج د عمود ه ج (١٩) وعلى أ د عمود (٢٠)

حاشي فلك التدوير والخارج المركز . في شكل (٨٣) نفرض نقطة ا وسط الكدوف الأول ونقطة ب وسط
 الكدوف الثاني حيث وصل إليها القمر عن طريق ح ، وأخيرا نقطة د هي وسط الكدوف الثالث
 وقد ذكر إبراهيم أن القوسان ا ب ، ب ج ، ج د ، د ه معنومان حيث قوس ا ب ه زائدة التعديل بمقدار
 °٢٤ '٢ ، ب ج ا ناقصة التعديل بمقدار °٣٧ '٣

∴ القوس ا ب ج = °٣٦٠ - ا ب ه ناقصة التعديل بمقدار °٢٤ '٢

∴ القوس ا ب د ه زائدة التعديل بمقدار °٢٤ '٢ - °٣٧ '٣ = °٢٤ '٤٧

(١) ب ، ف : لية

(٢) سا ، د : بشكل

(٣) سا ، د : مثل

(٤) سا : هـ

(٥) ف : فام

(٦) سا : غير موجود

(٧) سا ، د : جزءان

(٨) ب ، سا ، د : فإن

(٩) ف ، سا ، د : سبع

(١٠) ف : وثلاثون

(١١) سا ، د : كان

(١٢) ب : أبيض

(١٣) [وليكن د] : غير موجود في سا

(١٤) سا : في

(١٥) سا : خطوط

(١٦) سا : د هـ ، د ا

(١٧) ف : يكون - وفي سا ، د : ويكون

(١٨) في هاشي ب : [ونصل ا هـ ، هـ د]

(١٩) سا : عموده ج (٢٠) سا : عموده

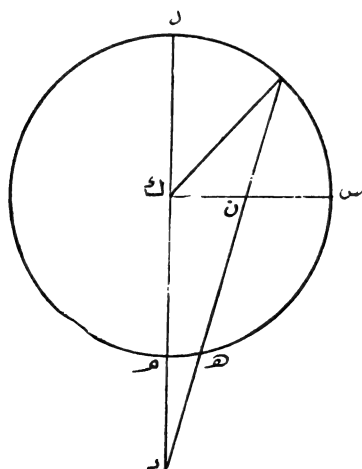
ه ر ومن ج على أ ه (١) عمود ج ط وما يوتر (٢) ب أ في التدوير من فلك
البروج معلوم لأن القوسين يوتران زاوية واحدة (٣) وحى ج ك د فزاوية
ب د أ معلومة وفي الخارج أيضا ما يوترها (٤) من البروج وهو ما بين موضعى
الكسوفين (٥) معلوم فزاوية ب د أ معلومة وزاوية ر قائمة فزاويا (٦) مثلث
ر د ه معلومة النسبة (٧) وكذلك أضلاعه (٨) وزاوية ب ه أ (٩) معلومة
من قوس أ ب تبقى زاوية ه أ د (١٠) معلومة وزاوية ر قائمة فمثلث أ ه ر (١١)
معلوم نسب الأضلاع والزوايا ولأن قوس ب أ ج (١٢) معلومة فزاوية ب د ج
معلومة فزاوية ب د ج التى يوترها قوس التعديل في أصل التدوير معلومة وفي الخارج
من جهة البعد بين (١٣) المقومين نظيرتها (١٤) معلومة (١٥) تبقى د ه ح (١٦) هناك
معلومة أيضا و : ح قائمة فمثلث د ه ح (١٧) معلوم نسب الأضلاع والزوايا فإذا
نقعت زاوية ب ه ج (١٨) وزاوية ب د ج (١٩) المعلومتان (٢٠) بالقوس (٢١)

-
- (١) سا : ه
(٢) سا : يوتر
(٣) [لأن القوسين يوتران زاوية واحدة] : غير موجود في سا
(٤) سا : ما يوتره ب ا
(٥) سا : القوس - وفي هامش ب [من القوس]
(٦) سا ، د : أضلاع
(٧) ف : بالنسبة
(٨) سا ، د : زواياه
(٩) سا ، : ب ه ا ، ر قوس ب ه ا
(١٠) سا : د ه ر
(١١) سا : د ه ر
(١٢) سا : ب ا د
(١٣) ف : البعدين
(١٤) ف : نظيرتها - وفي سا ، د : نظيرها
(١٥) سا ، د : معلوم
(١٦) سا : د ح - وفي هامش ب : د ه ح
(١٧) ب : بين السطرين : القائم الزاوية
(١٨) ف ، سا ، د : ب ه ا
(١٩) ف ، سا ، د : ب ه ا
(٢٠) ب : المعلومتين - وفي سا : المعلومين
(٢١) ف : هامش ب : أو بالعكس في الخارج

ويزاوية (١) ج هـ د باقى القائمة بقيت زاوية هـ ج ح (٢) معلومة
 وزاوية ج ح هـ (٣) قائمة (٤) فيكون (٥) مثلث ج هـ ح (٦) القائم
 الزاوية معلوم نسب الأضلاع والزوايا وذلك فى الأصلين جميعا وكذلك (٧) نعلم (٨)
 عن قريب نسب الأضلاع وزوايا مثلثى ط ج هـ ، أ ج ط (٩) ويكون
 خط ا ج معلوم النسبة إلى سائر الخطوط المعلومة (١٠) لكنه معلوم النسبة إلى قطر
 الدائرة لأن قوس أ ج معلومة فوترها أ ج معلوم النسبة إلى (١١) القطر فيصير خط
 ج هـ معلوم النسبة إلى القطر أيضا فقوس ج هـ معلومة فجميع قوس (١٢) أ ج هـ (١٣)
 معلومة (١٤) فوتر ب هـ معلوم ومعلوم النسبة إلى سائر الخطوط وخرج
 خط ب هـ (قير) (١٥) جزء ا و : (لر) (١٦) دقيقة و : (لب) ثانية (١٧)
 من أجزاء القطر فهو (١٨) أصغر من القطر فقوس ا ج هـ (١٩) أصغر من نصف

-
- (١) سا : وزاوية
 (٢) ف : ج هـ ح
 (٣) ف : ج هـ ح
 (٤) [بقيت زاوية هـ ج ح معلومة وزاوية ج هـ قائمة] : غير موجود فى سا
 (٥) سا : لكن
 (٦) قائمة فيكون مثلث ج هـ ح : فى هامش ف - وفى سا : هـ د ح
 (٧) سا : كذلك
 (٨) سا : يعلم
 (٩) فى هامش ب : [أما مثلث ط ج هـ فزاوية ط ج هـ والقائمة وطلع ج هـ وأما مثلث
 ا ج هـ فبضلع ا ح وهو الباقي من ا هـ بعد ط هـ وبضلع ج هـ والقائمة]
 (١٠) سا : غير موجود
 (١١) [قطر الدائرة لأن قوس ا ج معلومة فوترها ا ج معلوم النسبة إلى] : غير موجود فى سا
 (١٢) سا : وتر
 (١٣) سا : ب ا ح ، د هـ
 (١٤) سا : معلوم
 (١٥) سا ، هـ : مائة وسبعة عشر
 (١٦) سا ، د : وسبعا وثلاثين
 (١٧) [و : (لب) ثانية] : غير موجود فى سا ، د
 (١٨) ف : وهو
 (١٩) سا : ب ا ح هـ

في د م لأن كل واحد منهما مساو لمربع المماس (١) لكنه إذا زيد على د ل
 في د م - ك م المعلوم في نفسه عما يعلم به كان ك د في نفسه معلوما و : ك د (٢)
 معلوم فيصير د ل معلوما أيضا وقد خرج بالحساب نسبة ك م إلى ك د (٣)
 كنسبة (ه ي ح) إلى (س) وليخرج (٤) من ك إلى ب ه عمود ك ن (٥) إلى
 س ينصف (٦) قوس ب ه ووتر ب ه فتعرف (٧) سريعا زوايا مثلث
 ك ن د (٨) من علمك بمقدار (٩) ك د ، ن د (١٠) وقائمة (١١) ن (١٢)



شكل (٢٨٤)

- (١) [لأن كل واحد منهما مساو لمربع المماس] : غير موجود في سا
- (٢) سا ، د : [ف : ل د]
- (٣) ف : ط د
- (٤) سا ، د : فليخرج
- (٥) ف ، سا ، د : ل د ر
- (٦) سا : بنصف
- (٧) سا : فتصير
- (٨) ف ، سا ، د : ل د ر
- (٩) سا : بمقدار
- (١٠) ف : ل د ، ي د - وف : سا : ل د ، د ، ق د
- (١١) سا : زاوية قائمة
- (١٢) ف : ر - وف : سا : غير موجود

وكذلك زوايا مثلث ك ن ب^(١) من معرفة (٢) ن ك ، ك ب^(٣) وقائمة ن (٤) فنعرف (٥) زاويتي ك (٦) أعني جميع زاوية د ك ب وباقية ب ك ل فنعرف قوس ب ل (٧) ثم قوس م ه إلى تمام نصف (٨) الدائرة وخرج بالحساب قوس ب ل وهو بعد القمر عن الأوج في وسط الكسوف الثاني (ب ب ك د (٩) وخرجت (١٠) زاوية ك د ب (نط) (١١) دقيقة وهو مقدار ما يوتر (ل ب) (١٢) من فلك البروج فيظهر أن الوسط قد كان على (يد مد) (١٣) من السنبلة لما كان المعدل على ما قلنا (١٤) على (١٥) (م م م) من السنبلة (١٦) إذ كانت (١٧) الشمس على (يج م م من) الحوت (**). ثم استظهر باعتبار

- (١) ف : ل ر - وف سا : ل ر
(٢) في هامش ب : [وتر ل ر]
(٣) ف : ر ل ، ل ب - وف سا : ب ر ل
(٤) سا : ر
(٥) سا : فنعرف
(٦) سا : د ل
(٧) سا : د ل
(٨) سا : غير موجود
(٩) سا : ي ب ل
(١٠) سا : [و : ح ع]
(١١) ف : يط - وف سا ، د : تسما وء معين
(١٢) سا ، د : ب
(١٣) سا : ب د مد
(١٤) سا ، د : ما قلناه
(١٥) سا : غير موجود
(١٦) في هامش ف : [لما كان المعدل على ب م م من السنبلة]
(١٧) سا : كان
(٥٥) تعيين وسط القمر في الكسوف الثاني :

في شكل (٨٤) ب ل م ه التدوير ومركزه نقطة ك ، ومركز البروج نقطة د . وقد كان القمر عند نقطة ب في الكسوف الثاني حيث القوس ب ه كما أوضح لنا فيما سبق أصغر من نصف دائرة . نصل د ب ، د م ل ونزل العمود ل ن على د ه ونمده ليقابل المحيط في نقطة س .

$$د ب \times د ه = د ل \times د م$$

$$\therefore د ب \times د ه + (ل م) = د ل \times د م + (ل م)$$

$$= (د ل + ل م) (د ل - ل م) + (ل م) =$$

$$= (د ل) - (ل م) + (ل م) + (ل م) =$$

$$= (د ل)$$

ثلاثة (١) كسوفات حديثة كان منزل الشمس في الأول منها على (يجه) (٢) من الثور والقمر في مقابلتها (٣) في العقرب والثاني على (كه ي) (٤) من الميزان والقمر في مقابلتها (٥) من الحمل وفي الثالث على (يده) (٦) من الحوت والقمر في مقابلتها (٧) من السنبلة (٨) وبين الكسوف الأول والثاني ستة معصرية واثانة (٩) وستة وستون يوما ومن الساعات المعدلة ثلاث (١٠) وعشرون ساعة ونصف ونمّن ساعة إذ (١١) كانت المطلقة ثلاثا (١٢) وعشرين (١٣) ساعة (١٤) ونصف (١٥) وربع ساعة والقوس الفاضلة (١٦)

لكن د ب . د ه معلومان وكذلك ل م نصف قطر التدوير

. يمكن معرفة قيمة د ل ومنه د ل

في المثلث القائم الزاوية ل ن د : ل د معلوم ، ن د = د ه + د ب معلوم

. يمكن معرفة زاوية ن ل د

وبالمثل في المثلث ل ن ب نعرف زاوية ن ل ب

من ذلك يمكن معرفة زاوية د ل ب

ومنها نستنتج زاوية ب ل ل وهي بعد القمر عن الأوج في الكسوف الثاني

وكذلك نعرف زاوية ل د ب وهي التعديل وقد كانت = ٥٩ °

ولما كانت الشمس في تلك اللحظة عند درجة ٤٥ ' ١٣ ° في برج الحوت

. وضع القمر المعدل (المرتق) كان على بعد ستة أبراج من موضع الشمس

أي أنه كان عند درجة ٤٥ ' ١٣ ° في برج السنبلة

. وسط القمر = الموضع المرتق + التعديل

= ٤٥ ' ١٣ ° + ٥٩ ' = ١٠٤ ' ٤٤ ° في برج السنبلة

(١) سا : دائرة

(٢) ب : يجه

(٣) ف : مقابلها - وفي سا : مقابلته

(٤) سا : ل ي

(٥) سا : مقابلته

(٦) في هامش ب : يد يب

(٧) سا : مقابلته

(٨) [في العقرب والثاني على (ل ي) من الميزان والقمر في مقابلته من الحمل وفي الثالث على

(يده) من الحوت والقمر في مقابلته من السنبلة] : في هامش سا

(١٠) ف : ثلث - وفي سا ، د : ثلاثة

(٩) سا : غير موجود

(١٢) ب ، سا ، د : ثلاثة

(١١) سا : وإذا

(١٤) سا ، د : غير موجود

(١٣) ب : وعشرون

(١٦) ف : الفاضل

(١٥) سا : ونصفا

بالوسط (قسا نه) (١) وبين الثاني والثالث سنة (٢) واحدة مصرية (٣) ومائة (٤) وسبعة وثلاثون يوما ومن الساعات المعدلة خمس ساعات ونصف إذ (٥) كانت المستوية المطلقة خمس ساعات والقوس الفاضلة بالوسط (قلع نه) (٦) فيكون التعديل في الكسوف الثاني (رمب) ناقصا لأن وسط القمر في تلك المدة (قسط لر) بعد الدورات وهذا يزيد على المعدل (٧) كان بهذا القدر لكن (٨) فضلة قوس اختلافه بعد العودات (٩) يكون (في كا) (١٠) فيكون هذا المقدار يوتر ذلك المقدار من التعديل من فلك البروج ويكون التعديل في الكسوف الثالث (١١) (أكا) زائدا لأن الوسط بعد الأدوار (قلرلد) (١٢) وهذا يزيد (١٣) على المعدل الذي كان هذا المقدار (١٤) ولأن القوس الباقية بعد الأدوار من مسير الاختلاف يكون في (١٥) هذه المدة (فالو) فيكون (١٦) هذا المقدار يوتر (١٧) من فلك البروج هذا القدر من التعديل .

(١) سا ، د : قسا نه

(٢) سا : س

(٣) سا : مصرية

(٤) سا : غير موجود

(٥) سا : إذا

(٦) ف ، سا ، د : قلع نه

(٧) في هامش م : الذي

(٨) سا : ولكن

(٩) سا ، د : العود

(١٠) سا : ق ل

(١١) سا : غير موجود

(١٢) سا ، د : ق ل لر

(١٣) سا : يويد

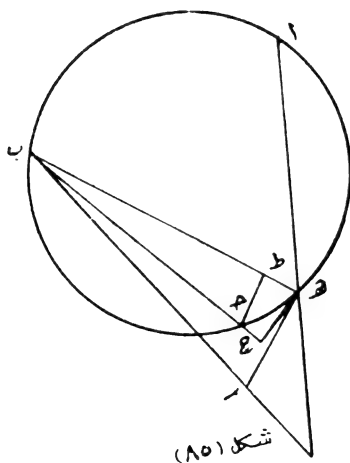
(١٤) سا ، د : القدر

(١٥) سا : غير موجود

(١٦) ف : يكون

(١٧) سا : يؤثر

« يح » فإذا عملنا لهذه الكسوفات الثلاثة شكلا كما عملنا للثلاثة الأول يتبين (١) من ذلك أن قوس ا ب ج ه أعظم من نصف دائرة وأن مركز التدوير يقع فيها وذلك لأن نسب الخطوط والزوايا تعلم عن قريب فيظهر مقدار قوس ج ه : ب ج ،



ب ه ، ب أ وتبين (٢) من (٣) قبل ذلك أن الأوج في قوس ب أ وذلك لأن قوس أ ب نقصت (ر م ب) وهي (في كا) (٤) وقوس ب ج تزيد تعديل (ا كا) وهي (فالو) فيجب أن تكون قوس ج ه أ تزيد (٥) الأجزاء الباقية (٦) وهي (وكا) فقوس ب ج وقوس ج ه أ (٧) كل واحدة منهما قوس زيادة فليس عليهما (٨) الأوج فيبقى على أ ب وخطأ ه خرج بالحساب (فع م ير) (٩) (١٠)

(١) ف ، سا ، د : تبين

(٢) ف : وبين

(٣) سا : غير موجود

(٤) سا : في كا

(٥) سا : يزيد

(٦) سا : باقية .

(٧) [تزيد الأجزاء الباقية وهي (وكا) فقوس ب ج وقوس ج ه أ] : في هامش

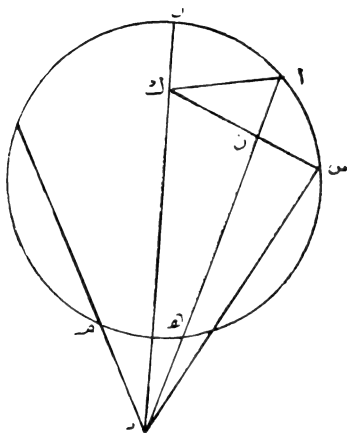
(٩) سا : عليه

(١٠) سا ، د : مع م ير

(٥) دراسة كسوفات معاصرة لابن سينا : أخذ ابن سينا أرساد ثلاث كسوفات قمرية معاصرة

له وناقشها مثل ما ناقش الكسوفات الثلاث القديمة

(ب) فلذا تبين هذا فقد (١) يمكن أن يبين بمثل (٢) الشكل الذي مضى ذكره



شكلا (١٦٦)

أثبت ابن سينا أولاً أنه في شكل (٨٥) إذا كانت نقطة Γ موقع القمر عند الكسوف الأول ونقطة Δ موقعه عند الكسوف الثاني ونقطة ϵ عند الكسوف الثالث ، وإذا كان المستقيم $\Delta \epsilon$ الواصل بين مركز البروج Δ وبين نقطة ϵ يقطع التدوير في نقطة δ فإن القوس $\Gamma \delta \epsilon$ تكون أكبر من نصف دائرة وأن مركز التدوير يقع في القطعة $\Gamma \delta \epsilon$.

وبرهان ذلك يمكن الوصول إليه إذا اتبعنا نفس الخطوات التي عدناها سابقاً في شكل (٨٣) لمعرفة أقواس $\delta \epsilon$ ، $\epsilon \delta$ ، $\delta \Gamma$ ، $\Gamma \delta$ ،

ومن الأرصاد المعروفة هذه الكسوفات وجد أن :

تعديل قوس $\Gamma \delta$ بالتقصان = $٤٢' ٧''$

وتعديل قوس $\delta \epsilon$ بالزيادة = $٢١' ١''$

وبما أن تعديل محيط الدائرة كله = صفر

∴ تعديل قوس $\delta \epsilon$ Γ هو بالزيادة ويساوي $٢١' ٦''$

والأوج لا يقع على أقواس الزيادة $\delta \epsilon$ ، $\delta \Gamma$ Γ

∴ الأوج يقع على القوس $\Gamma \delta$

وبالحسابات تبين أن الخط $\Gamma \delta$ أصغر من ϵ نق

∴ $\Gamma \delta \epsilon$ أكبر من نصف دائرة

(١) ف : في الخامس

(٢) سا ، د : بمثل هذا

بعد شكل الثلاثة (١) الكسوفات الأول على هذه الصورة مقدار خطك م من ك د وفرج بالحساب (هـ يد) من (س) وقد يمكن أن يبين مقدار قوس أ ل بمثل ذلك الشكل (٢) على هذه الصورة وقد خرج بالحساب (مه مع) (٣) فيبقى قوس أ ب (٤) وهو بعد القمر في الكسوف الثاني (٥) (سد لح) (٦) إذ كان قوس أ ب هي (في كا) ويبقى زاوية ل د ب وهي التي تنقص عن المسير الوسط (د ك) فقد كان وسط القمر (٧) عند ذلك على تسع (٨) وعشرين درجة (٩) وثلاثين دقيقة (١٠) من الحمل إذ كان حاصله على الحقيقة كان (كه ي) (١١) من الحمل وهي مثل أجزاء حاصل الشمس (١٢) من الميزان (١٣) (*).

(١) ب : الثلاث

(٢) سا : غير موجود

(٣) ف : مه مح

(٤) سا : ل ب

(٥) ف : والثاني

(٦) سا : سه اح

(٧) سا : الشمس

(٨) ب ، سا ، د : تسعة

(٩) سا ، د : جزءاً

(١٠) سا ، د : [ونصف] بدلا من [وثلاثين دقيقة]

(١١) ف : كدى

(١٢) ف : غير واضح

(١٣) [إذا كان حاصله على الحقيقة كان (كه ي) من الحمل وهي مثل أجزاء حاصل الشمس

من الميزان] : غير موجود في سا ، د

(٥) تعيين وسط القمر عند الكسوف الثاني في شكل (٨٦) الشبيه بشكل (٨٤) فلك التدوير هو

ال م ب م ، مركز البروج نقطة د ، والمستقيم د ل يقطع المحيط في نقطة هـ ، والمستقيم د م ل ل

المار بمركز التدوير ل ومركز البروج د يقطع المحيط في نقطة الأوج ل والحضيض م .

تنزل العمود ل ن س على د ل ليقطعه في ن ويقطع المحيط في س

وباتباع نفس الخطوات السابقة استنتج ابن سينا أن :

وسط القمر في الكسوف الثاني كان عند ٣٠° ٢٩' من الحمل

فصل

فى تصحيح حركات القمر المستوية فى الطول وفى الاختلاف (١)

ه يد ٥ فإذا قد تبين هذا فلنصحح وسط القمر واختلافه وذلك يسهل (٢)
بأن نوحّد المدة بين الكسوفات القديمة والحديثة مثلاً (٣) بين الكسوف الثانى من القديمة
وبين (٤) الكسوف الثانى (٥) من الحديثة فتكون المدة تمانمائة (٦) سنة
وأربعاً (٧) وخمسين (٨) سنة مصرية وثلاثاً (٩) وسبعين (١٠) يوماً ومن
الساعات (١١) المعدلة ثلاثاً (١٢) وعشرين ساعة وثلاث (١٣) ساعة (١٤) لأنها
من الاستوائيه المطلقة ثلاثاً (١٥) وعشرون ونصف وثلاث (١٦) وفى هذه المدة قد كان
زاد على الأدوار فى الطول (ركد مو) (١٧) وفى الاختلاف (م ب لا) (١٨)
فوافق ما توجه الأصول المتقدمة فى الأول وخالف فى الاختلاف (١٩) بفضل (٢٠)

-
- (١) [فصل فى تصحيح حركات القمر المستوية فى الطول وفى الاختلاف] : غير موجود فى ه ، د
(٢) سا : سهل
(٣) ف : غير واضح
(٤) سا : [ر س]
(٥) [من القديمة وبين الكسوف الثانى] : فى هامش ه
(٦) ف : غير واضح
(٧) سا : وأربعة
(٨) سا ، د : وعشرين
(٩) سا ، د : وثلاثة
(١٠) سا : وتسعين
(١١) ف : غير واضح
(١٢) ب : ثلاث - وفى سا ، د : ثلاثة
(١٣) سا ، د : وثلاثا
(١٤) ب . سا ، د : غير موجود
(١٥) ف : غير واضح - وفى سا ، د : ثلاثة
(١٦) [ونصف وثلاث] : غير موجود فى سا ، د
(١٧) سا : ركد مو
(١٨) ف : يب لا - وفى سا ، د : يا يد
(١٩) فى هامش ب : [إذا هو أنقص تسعة عشر]
(٢٠) سا ، د : أنقص

سبع عشرة (١) دقيقة فإذا قسم على أيام المدة المذكورة خرج حصة ما يصيب (٢) اليوم (٣) الواحد زمن مسير (٤) الاختلاف مما يجب أن ينقص عنه إحدى عشرة (٥) رابعة وستا (٦) وأربعين خامسة وتسعا (٧) وثلاثين سادسة فيبقى لليوم الواحد (لح - تح نو نر نا نط) (٨)

فصل (٩)

في حاصل حركات القمر المستوية في الطول والاختلاف (١٠)
ثم قد (١١) قيد الحاصل لتاريخ بخت نصر (١٢) بأن عرف التاريخ بينه وبين الكسوف الثاني من التقديم على مثال ما فعل بالشمس (١٣) .

فصل

في تصحيح مجازات القمر في العرض وحاصلها (١٤)
ثم انتقل إلى بيان أمر العرض فقال إنه قد كان يعرض لنا في أمر عرض القمر خطأ لا تبا عتار أي (١٥)

(١) ب : سبعة عشر - وفي سا : تسعة عشر

(٢) سا : ما نصيب

(٣) ف : غير موجود

(٤) سا : بين السطرين

(٥) سا ، د : عشر

(٦) ب : سا ، د : وستة

(٧) ب : وتسع

(٨) ف : يح - يح يوير ياريط - وفي سا ، د : لحد ل موير ياريط

(٩) ف : في الهامش

(١٠) [فصل في حاصل حركات القمر المستوية في الطول والاختلاف] : غير موجود في

سا ، ب

(١١) ف : في الهامش

(١٢) ب ، سا ، د : يختصر

(١٣) سا ، د : للشمس

(١٤) [فصل في تصحيح مجازات للقمر في العرض وحاصلها] : غير موجود في سا ، د

(١٥) سا : أمر

إبرخس إذ كان من رأيه أن القمر يمسح فلكه الخاص به ستمائة وخمسين مرة بالتقريب
ويمسح دائرة الظل التي تلى البعد الأوسط في الاتصاليين مرتين ونصفاً وكذا (١) إذا
فرضنا ذلك وعرفنا (٢) مقدار العرض أمكننا أن نبيِّنكم بمقادير الكسوفات الجزئية
بأن نتعرف الحدود التي إذا جاوزها القمر دخل في الكسوف في معرفتنا ذلك قال
وكنا نتوصل من ذلك إلى أن نستخرج وسط حركاته في العرض بأن نتعرف مقدار
الكسوفات (٣) في وسط زمانه فنعرف عرضه في وسط زمان ذلك الكسوف عند
عقدة معينة ثم نستخرج مسير العرض بأن نأخذ مدة ما بين (٤) كسوفات متساوية
الإظلام معلومة العروض بسبب قدر الإظلام معلومة الطول فنستخرج (٥)
بالطريق (٦) الذي أشرنا إليه من استخراج فضل التعديل من المسير المعدل المرصود مسيرة
الوسط فكنا نعرف الحاصل في العرض بالوسط والقوس الفاضلة بعد الأدوار قال
وأما الآن فقد استعملنا طرقاً أعظم وأشرف من تلك بها غنية عن استعمال تلك الأصول
فلما توصلنا بها (٧) إلى (٨) تحقق الوسط في العرض بأن لنا من ذلك ما كنا نريده (٩)
فعدنا وأصلحنا (١٠) المسير في العرض الذي كان معنا وعدنا من ذلك فأصلحنا (١١)
تلك الأصول ووقفنا على فسادها وأما الطريق الذي سلكناه فهو (١٢) أنا (١٣) نأخذ
مدة ما بين (١٤) كسوفات متشابهة في مقدار الإظلام وفي زمان (١٥) المكث وفي

(١) سا ، د : قلنا

(٢) سا ، د : وعرف

(٣) سا ، د : الكسوف

(٤) سا : بين

(٥) سا : فلتخرج

(٦) ف : بالطرق

(٧) سا : غير موجود

(٨) سا ، د : أن

(٩) سا ، د : نمتدده

(١٠) ف : فأصلحنا

(١١) ب ، سا ، د : وأصلحنا

(١٢) سا ، د : غير موجود

(١٣) سا ، د : فأنا

(١٤) سا : بين

(١٥) سا ، د : زمن

الجهة (١) فإن قدرنا أن نأخذها (٢) عند عقدة . احدة فعلنا وإلا أخذناها (٣) عند عقدتين ونحن نعلم أنه إذا كان الكسوف بهذه الصفات يكون قد عاد القمر إلى (٤) عرضه بعينه لأنه لا يمكن (٥) أن تتشابه (٦) الكسوفات (٧) إلا والدخول في الظل بقدر واحد إلا أن يكون أحد الكسوفين والقمر في موضع . من الظل أقرب إلى الأرض فتكون دائرة الظل هناك أوسع وفي الآخر بخلاف ذلك فإنه إذا كان كذلك انكسف ذاك (٨) المقدار من الانكساف في الأقرب (٩) منها وعرضه أى (١٠) بعده عن فلك البروج ذلك العرض ولم ينكسف من الثاني الأبعد إلا (١١) إذا صار عرضه أقل لكن إذا اتفق أن يكون مثل هذا لم يكن زمانا (١٢) المكث متساويين (١٣) ولا (١٤) زمانا (١٥) ما بين الابتداء والانجلاء فإذا تساوى الزمانان (١٦) مع تشابه الإطلام علم أن الكسوفين كانا عند قطع (١٧) واحد بعينه بالتقريب فكانا عند عرض واحد بعينه قال وأحد الاعتبار التي اعتبرناها كان لنا من كسوفين متشابهين عند عقدة واحدة في (١٨) جهة (١٩) واحدة أما العقدة فالذنب وأما الجهة فالجنوب (٢٠) وأما المقدار فسدس القطر ومو أصبعان الأول منها مرصود ببابل

(٢) ف : نأخذ

(١) سا : الجهة

(٣) سا ، د : أخذنا

(٤) سا : لك

(٥) سا ، د : قد

(٦) سا : يتشابه

(٧) سا : الكسوفات

(٨) سا : وذلك

(٩) ف : الأرض

(١٠) سا : إلى

(١١) ف : غير موجود

(١٢) سا : زمان

(١٣) سا : متساويا

(١٤) سا : لا

(١٥) سا : زمان

(١٦) سا : الزمان

(١٧) ب : القطع

(١٨) سا ، د : غير موجود

(١٩) سا ، د : وجهة

(٢٠) سا : فالجنوب أى إلى الجنوب

والثاني (١) مرصود بالأسكندرية وأما المدة بينها فستائة وخمسة (٢) عشرة (٣) سنة مصرية ومائة وثلاثة وثلثون يوما وإحدى (٤) وعشرون ساعة ونصف وثلث من ساعات الاستواء وأما البعد فقد كان في كل واحد منهما قريبا من الوسط فإنه قد استخرج من التاريخ ومن الحاصل أن بعد القمر عن أوج التلوير كان في الأول منها (ق يط) وفي الثاني بعده من الأوج في (هـ) بلجهة الأخرى (ر ن ا ب ح) (٦) وكان مكانه المعدل في الأول أنقص من الوسط بخمسة أجزاء وفي الثاني أزيد بأربعة أجزاء وثلث (٧) وخمسين دقيقة وقد عاد إلى عرضه بالمعدل وأما الوسط (٨) فقد نقص عن تمام دائرة واحدة بمجموع التعديلين وهو تسعة أجزاء وثلث (٩) وخمسون دقيقة وعلى أصول أبرخس يجب أن يكون التعديلان (١٠) في هذه المدة من الزمان أزيد من هذا المقدار بنسع دقائق حتى يكون مجموعها عشرة أجزاء وقريبا (١١) من دقيقتين فيكون مسير العرض على أصوله أنقص مما وجد بطليموس وقسم (١٢) بطليموس هذه التسعة الدقائق على أيام المدة وزاد خصه يوم واحد من المسير الأوسط (١٣) في العرض ليوم واحد على ما كتبه (١٤) أبرخس ليوم ومبلغ (١٥) هذه الزيادة (ح ط ي ح ل ط ي ح) (١٦) فإذا زيد هذا (١٧) على ما قبل صار وسط

- (۱) سا ، د : والآخر
 (۲) ب ، سا ، د : وخبه
 (۳) سا ، د : عشر
 (۴) ب : واحد
 (۵) ب ، سا ، د : من
 (۶) ف : ديايم - وفى سا : رياءيم
 (۷) پ ، سا ، د : وثلاثة
 (۸) سا : بالوسط
 (۹) ب ، سا ، د : وثلاثة
 (۱۰) ف : التمديلات
 (۱۱) ف : قريبا
 (۱۲) سا ، د : فقهم
 (۱۳) ب ، سا ، د : الوسط
 (۱۴) سا : غير واضح
 (۱۵) سا : مبلغ
 (۱۶) سا ، د : ع ل ط ي ح .
 (۱۷) سا : غير موجود .

العرض (يحيى ، لط مع نو لار) ^(١) واستظهر بطلميوس بكسوفين آخرين اتفاقا في كل شيء إلا أن أحدهما كان عند ^(٢) عقدة غير التي كان فيها الآخر وأولهما أحد الكسوفات القديمة الثلاثة البابلية وكان ^(٣) عند الرأس والآخر ^(٤) عند الذنب وكلاهما جنوبيان أى الإخلام إلى الجنوب فيه ^(٥) في ^(٦) التقدير ^(٧) ربع القطر وهو ثلاث ^(٨) أصابع « به » ورسم ^(٩) لمعرفة ^(١٠) ذلك شكلا بأن عمل دائرة أ ب ج ^(١١) للمائل وقطرها ^(١٢) أ ج و : أ ^(١٣) هو الرأس ، ج هو الذنب والنهاية الشمالية ب والقمر في الكسوف الأول منهما ^(١٤) على د لأنه إذا كان الكسوف في جهة الجنوب يكون مركز القمر من فلك البروج إلى جهة ^(١٥) الشمال والثاني منهما على هـ ولا محالة أن أ د ، ج هـ ^(١٦) متساويان وإن لم يعلما بعد وإذا حسب من التاريخ النى للتحصيلات وعلم وسط القمر فيهما في الطول واختلافه أوجب اختلاف أنه كان في الأول منهما بعده من الأوج في التدوير (يب كد) فعلم أن تعديله كم هو أن مقامه المعدل ^(١٧) كان أقل من الوسط بتسع ^(١٨) وخمسين دقيقة وهى

(١) ف : يحيى له لط مع لولر- وفي سا : يحيى له لط مع لولر

(٢) سا : في

(٣) سا ، د : وكانت

(٤) سا : والأخرى

(٥) سا ، د : غير موجود

(٦) سا ، د : وفي

(٧) سا ، د : المقدار

(٨) ب ، سا ، د : ثلاثة

(٩) سا ، د : قدم

(١٠) سا : بمعرفة

(١١) سا : أ ب ج

(١٢) سا : وقطر

(١٣) ف : [أ د : أ ب]

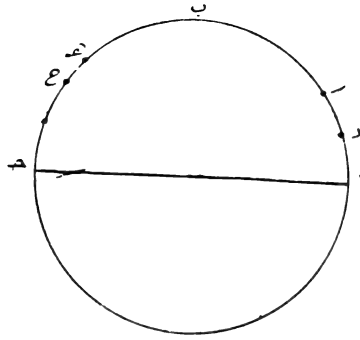
(١٤) سا : منها

(١٥) سا ، د : غير موجود

(١٦) سا ، د : أ د ، أ هـ

(١٧) سا : غير موجود

(١٨) سا : بأقل من تسع



شكل (٨٧)

تعديله أيضا وكان (١) بعده من الأوج في الثاني (ب مد) فكان تعديله ناقصا أيضا (٢) بثلاث (٣) عشرة (٤) دقيقة فليكن وسط القمر في الأول منها نقطة ر حتى يكون د ر (٥) تعديلا ناقصا وفي الثاني عند نقطة ح حتى يكون د ح تعديلا ناقصا أيضا (٦) وهما معلوما القدر ولما كانت المدة بين الكسوفين معلومة وهي مائتا (٧) سنة وثمانى عشرة (٨) سنة مصرية وثلاثمائة وتسعة (٩) أيام وثلاث (١٠) وعشرين ساعة (١١) وجزء من اثني عشر جزوا من ساعة استوائية فتكون القوس الفاصلة على الأدوار في سير القمر الدورى الطولانى بالوسط معلومة وهي قوس ر ح (١٢) ونخرج بالحساب

(١) سا ، د : فكان

(٢) سا ، د : غير موجود

(٣) ب ، سا ، د : بثلاثة

(٤) سا ، د : عشر

(٥) سا : د ر ا

(٦) سا ، د : غير موجود

(٧) ب : مائتى

(٨) سا ، د : وثمان عشر

(٩) سا : وسبعة

(١٠) ب : وثلاثا

(١١) [معلومة وهي مائتا سنة وثمان عشر سنة مصرية وثلاثمائة وسبعة أيام وثلاث وعشرين

ساعة] : في هامش سا

(١٢) سا ، د : ربع مطووة

مائة وستون (١) جزءاً وأربع (٢) دقائق نزيد (٣) عليه تعديل الكسوف الأول ونقص منه تعديل الكسوف الثاني فما اجتمع حتى يكون قوس د ه معلومة فما اجتمع ننقصه (٤) من نصف دائرة فما بقي فنصفه (٥) فيكون أحد نصفيه قوس أ د والثاني قوس ج ه إذ (٦) كان البعد عن المقدتين واحداً ونخرجان بالحساب (ط له) (٥)

(١) ف : وصين

(٢) سا : وربع

(٣) سا ، د : فنزله

(٤) ف : غير موجود

(٥) سا : نصفه

(٦) سا : إذا

(٥) يمين بعد القمر عن العقدة عند الكسوف : ذكر ابن سينا أن بطليموس اختار لذلك كسوفان متشابهان أحدهما قديم والآخر معاصر وكان موضع الأول بالقرب من الرأس والثاني بالقرب من الذنب وهما متشابهان في جميع عناصر الكسوف ، وكان الجزء المظلم في وسط الكسوف في كل منهما ناحيه الجنوب نفى شكل (٨٧) ليكن Γ ه دائرة المائل أى التى تمثل مسار القمر مائلا على البروج ، وليكن نقطتا Γ ، ه الرأس والذنب ، ونقطة Γ هى النهاية الشمالية .

• الجزء المظلم كان في اتجاه الجنوب

• الشمس كانت إلى الجنوب أى أن القمر في الحالتين كان إلى الشمال .

نفرض موضعا للقمر كانا د ، ه

• Γ د = د ه

المطلوب زمن قيمة Γ د أو ه

من تاريخ حاصل القمر في كل كسوف (أى حصوله في وسط الكسوف) يمكن معرفة وسط القمر في طول (Mean Longitude) . وكذلك زاوية الاختلاف وبالتالي بعده عن الأوج في التدوير وكانت النتيجة :

البعد عن الأوج في الكسوف الأول = $١٢' ٢٤''$

التعديل في هذا الموضع = $٥٩'$

البعد عن الأوج في الكسوف الثاني = $٢' ٤٤''$

التعديل في هذا الموضع = $٣'$

• نقطتا د ، ه هما الموضعان المريانيان (أو الموقمان) فلنفرض أن الموضعين الأوسطين هما

ر ، ج حيث ر خارج Γ د ، ج واقعة على ه حتى يكون التمديلان ناقصين

وحيث د ر = $٥٩'$ ، ج ه = $١٣'$

والآن من تاريخي الكسوفين يمكن إيجاد القوس ر ج وهى الفرق بين الموضعين الأوسطين

ساعة يوم سنة

٢٣٣ $\frac{1}{4}$ = ٢٠٩ ٢١٨ فالفترة بين الكسوفين

ويعلم قوساً أ ر : ح اللذان (١) للوسط (٢) فيهما جميعاً ويعلم بعدهما من النهاية الشمالية ونقطة الوسط واستخرج من ذلك حاصل القمر في عرضه لتاريخ مختصر (٣) ثم وضع (٤) جدولاً للتعديل الأول تتفاضل فيه الدرج من الاختلاف بست درج (٥) ست درج وثلاث درج ثلاث درج في صفين (٦) ووضع بإزائها من الفضل كما وضع للشمس ثم وضع (٧) في الصف الثالث أجزاء التعديل للزيادة والنقصان على أنه (٨) كم يخص درجة من التعديل في كل ما بين ست درج والأمر في أنه متى يجب أن يزداد أو ينقص (٩) التعديل ظاهر .

فصل

في بيان الخلاف الذى وقع لإبرخس في مقدار الاختلاف
لم يكن من الأصول التى عمل عليها بل من الحساب (١٠)
ثم أخذ يبين السبب فى الخطأ الذى (١١) وقع (١٢)

ثانية	دقيقة	ساعة	يوم
لكن الشهر الأوسط = ٣٠,٢	٤٤	١٢	٢٧ = ٢٧,٥٣٠٩ + ٠,٥١٣
∴ الحركة الوسطى للقمر فى اليوم = ١٣٧٤ ١٣,٠٧٦٢°			
∴ الفترة بين الكوفين تسمى ٢٩٠٣ دورة كاملة + ١٦٠,٠٦٦٧°			
∴ القوس ر ج = ١٦٠,٠٦٦٧° = ١٦٠° ٤'			
لكن د د - ر ج + د - ر ج = ١٦٠° ٤' + ١٦٠° ٥٩' - ١٢' = ١٦٠° ٥٠'			
∴ د - ه ح = ١٨٠ - د د = ١٨٠ - ١٦٠° ١٠' = ١٩° ٣٠' = ١٩° ٣٠'			

(١) ب ، سا ، د : اللذين

(٢) سا : الوسط

(٤) [ونقطة الوسط واستخرج من ذلك حاصل القمر فى عرضه لتاريخ مختصر ثم وضع] :

غير موجود فى سا

(٥) [بست درج] : فى هاشف

(٦) [ثلاث درج ثلاث درج فى صفين] : غير موجود فى سا

(٧) سا : يضع

(٨) [على أنه] : فى هاشف

(٩) سا : وينقص

(١٠) [فصل فى أن الخلاف الذى وقع لإبرخس فى مقدار الاختلاف لم يكن من الأصول التى

عمل عليها بل من الحساب] : غير موجود فى سا ، د

(١١) ب : غير موجود

(١٢) ب : الواقع

لأبرخس (١) في مقدار سير الاختلاف وفي مقدار نسبة نصف قطر التدوير إلى نصف قطر الحامل إذ كان على أصله يجب أن تكون النسبة على أصل الخروج نسبة سنة (٢) وربع إلى ستين (٣) وفي أصل التدوير نسبة أربع درج وست (٤) وأربعين دقيقة إلى ستين فتختلف لذلك غاية التعديل (٥) لأنه في الأول يبلغ (ه مط) وفي الثاني (دلد) والذي يحقق على مذهب بطليموس فيها جميعا أن النسبة نسبة (ه به) (٦) إلى (س) وغاية الفصل خمسة أجزاء (٧) وذكر (٨) أن ذلك لم يقع له من جهة الخطأ في الأصول بل من الخطأ في الحساب ثم يبين وجهه ذلك وقال (٩) إنه لم يلزم أمرا واحدا (١٠) بل أمورا مختلفة وكسوفات وقع فيها الخطأ إما في نفس الرصد وإما في مدة التحصيل والتاريخ قال فمن ذلك ثلاث (١١) كسوفات محمولة (١٢) من بابل أخذها أبرخس وعمل عليها وأخذ (١٣) أولها وعرف تاريخه ومدة ما بينه وبين تاريخ التحصيلات والزمان الذي يختلف به بابل والأكسندرية حتى نعلم أنه متى كان وسطه بالأكسندرية وعدل الساعات فعرف من ذلك موضعه الوسط والمعدل وفعل كذلك بالكسوف الثاني من تحصيل العدة بينهما وكذلك فعل بالثالث فوجد أبرخس (١٤) عرض له الغلط في ساعات المدة بين الكسوف الأول والثاني إذ كانت في التحقيق زائدة على عدة الأيام (١٥) بثلاثة أخماس ساعة (١٦) وأخذ (١٧) أبرخس

(٢) ف : ستة

(٤) س ، د : وستة

(١) س : لانيجس

(٣) ف : ستين

(٥) س : لنيديل

(٦) س : د ورم

(٧) س : غير موجود

(٨) س : فذكر

(٩) س : قال

(١٠) في هامش ب : [لم يكن من أمر واحد بل أمور مختلفة]

(١١) س ، د : ثلاثة

(١٢) ف : محمولة بل

(١٣) س : واحدا

(١٤) س : انرجس

(١٥) في هامش ب : [بنصف وربع شيء وأخذ أبرخس أنها زائدة بثلاثة أخماس وأما مصير

الشمس] .

(١٦) س ، د : [بنصف وربع شيء] بدلا من [بثلاثة أخماس ساعة]

(١٧) ف : واحد

أنها زائدة بنصف وربع ساعة (١) بمسير (٢) الشمس وكانت القوس الزائدة في التحقيق (نصف كح) (٣) وعند أبرخس (٤) (قعب يب ل) (٥) وكذلك (٦) عرض له الغلط في ساعات المدة بين الثاني والثالث إذ كانت في التحقيق زائدة بساعتين وعند أبرخس (٧) بساعة وثلثين وأما القوس الزائدة فكانت عند التحقيق (قعب مد) وعند أبرخس (قعب رن) (٨) ثم تعقب حال كسوفات ثلاثة أخرى اعتبرها أبرخس وذكر أنها رصدت بأسكندرية (٩) مثل ذلك الاعتبار ووجد (١٠) المدة بين الأول والثاني في التحقيق مائة وثمانية (١١) وسبعين يوما وست ساعات ونصفا وثلثا (١٢) مستوية ومن أجزاء مسير الشمس (قعب يا) (١٣) وعند أبرخس (١٤) المدة مائة وثمانية (١٥) وسبعون (١٦) يوما وست ساعات ومن الأجزاء (١٧) (قف ك) ووجد المدة بين الثاني والثالث في التحقيق مائة وستة وسبعين (١٨) يوما وخمسي (١٩) ساعة وأجزاء قوس الزيادة (قصح نه) (٢٠) وعند أبرخس المدة مائة وستة وسبعون (٢١) يوما وساعة وثلث (٢٢) استوائية والأجزاء (قصح لح) (٢٣) فهذا السبب ما وقع له الغلط (٢٤) .

-
- (١) سا ، د : [بلاثة أخماس] بدلا من [بنصف وربع ساعة]
(٢) سا : لمسير (٣) سا : قعب يب ن
(٤) سا : انرجس (٥) سا : قعب كح
(٦) سا : ولذلك (٧) سا : انرجس
(٨) ف : قعب زر - وقى سا : قعب رد
(٩) سا ، د : بالإسكندرية (١٠) سا : فوجد
(١١) ف : غير واضح (١٢) سا ، د : ونصف وثلث
(١٣) ف ، سا ، د : قف يا
(١٤) سا : انرجس
(١٥) ف : غير واضح
(١٦) سا : وتعون - وقى هامش ف : [وتعون]
(١٧) سا : الآخر
(١٨) سا : وتعين
(١٩) سا : وخمس
(٢٠) ف : قصح يه - وقى سا : قصح يه
(٢١) ف : هامش ب [وتعون] - وقى سا : غير واضح
(٢٢) سا : غير موجود
(٢٣) سا : قصح يه
(٢٤) سا ، د : والله تعالى أعلم بالصواب وهو المشكور على السداد

المقالة الخامسة

في تحقيق أحوال القمر

المقالة الخامسة (١)

في تحقيق أحوال القمر

فصل (٢)

في صفة آلة تقاس بها الكواكب (٢)

قال الذي يحتاج إليه في تحقيق أحوال القمر لاتصالاته من (٤) المقارنة والمقابلة وأوقات الكسوفات هو التعديل الأول فإن التعديل الأول ومعرفته كافية (٥) في ذلك وأما في سائر التسييرات الجزئية فلا يكتفى بذلك فإنه سيظهر أن له اختلافا ثانياً ويجب أن نعرف أولاً حال صنعة الآلات (٦) التي لا بد منها في رصد الهيئة وصنعها (٧) تتخذ (٨) حلقتان متساويتان متشابهتان في الصنعة يحيط بها أربعة سطوح مستوية جداً وتركبهما على القطر وتجعل إحداها مكان (٩) دائرة (١٠) نصف النهار والأخرى مكان دائرة البروج ولتطلب على دائرة نصف النهار (١١) قطب دائرة البروج وذلك سهل (١٢) لأننا (١٣) نأخذ من حلقة دائرة البروج على الحلقة ربع دائرة من (١٤)

(١) [المقالة الخامسة] : غير موجود في ف ، سا ، د - ويوجد في ه بدلا منها : [فصل]

(٢) ب : غير موجود

(٣) [في تحقيق أحوال القمر فصل في صفة آلة تقاس بها الكواكب] : غير موجود في سا ، د

(٤) ف ، سا : غير موجود - وفي ه : بين السطرين

(٥) سا : كافي

(٦) سا : آلة

(٧) سا : وصنعته

(٨) سا ، د : أن تتخذ

(٩) في هامش ه : [مكان الدائرة المارة بالأقطاب الأربعة]

(١٠) سا : غير موجود

(١١) في هامش ب : [والأخرى مكان دائرة البروج ولتطلب على نصف النهار]

(١٢) ف ، سا ، د : يسهل

(١٣) سا ، ه : لأنك تطلب أن

(١٤) سا ، د : غير موجود

نصف النهار فنوتد (١) هناك وتدا نافذا في الحائنين جميعا ونعمل حلقتين على الشكل المذكور إحداها بحيث تنهدم على الحلقتين من فوق ويمكن أن يدور (٢) عليها (٣) والأخرى بحيث تنهدم عليها الحلقتان منطبقتين عليها ويمكن أن تلور فيها (٤) مماسة لهما وحينئذ نركبها (٥) في الورتدين أحديها (٦) فوق والأخرى (٧) تحت وتتخذ حلقة بحيث تشتمل عليها الحلقة الداخلة فيها (٨) مهندمة (٩) ويمكنها أن تتحرك فيها إلى القطبين وتجعل عليها هدفين (١٠) شبيهين (١١) بهدف (١٢) الاسطرلاب فتكون الحلقتان المتوالتان (١٣) تتحركان على الحلقتين الأولتين حركة في الطول والحلقة (١٤) الداخلة تتحرك في العرض ثم نستخرج على حلقة نصف النهار غاية الميل ونستخرج من ذلك قطبي معدل النهار فيوتد (١٥) عليها (١٦) وتدين ويركب عليها من خارج حلقة نشتمل (١٧) على الحلق وتكون قد قسمت الحلق (١٨) التي للبروج والتي لنصف النهار والمشملة على الكل وسائر الحلق بالدرج والدقائق ما أمكن فإذا نصبت هذه الحلقة على (١٩) سطح الأفق في خط نصف النهار نصبا

(١) ف : فتوتد - وف : سا : فتريد

(٢) سا : تدور

(٣) بين السطرين [مماسا لهما]

(٤) [والأخرى بحيث تنهدم عليها الحلقتان منطبقتين عليها ويمكن أن تدور فيها] : غير

موجود في سا

(٥) سا : تركبها

(٦) سا ، د : احداها

(٧) سا : عليها

(٨) سا : منها

(٩) سا : مهندمة

(١٠) سا : هدفين

(١١) سا ، د : شبيهين

(١٢) سا ، بهدف

(١٣) سا : المتوالتان

(١٤) سا : والحركة

(١٥) سا : فيريد

(١٦) سا : عليها

(١٧) في هاتين ب : [وهي هاتان نصف النهار -

(١٨) سا : الحلقة

(١٩) سا ، د : نصبا على

فأما (١) بحسب عرض البلد وارتفاع القطب فيه (٢) كان دوران الحلق على
الرتدين مشابها لدوران الكل قال بطليموس وكنا (٣) ننصب هذه (٤) الحلقة
بحسب عرض البلد فإن كان (٥) الشمس والقمر معا فوق الأرض حركنا الحلقة
العليا المارة بقطبي فلك البروج حتى أقمتها على الجزء الذى فيه الشمس فى تلك الساعة
من فلك البروج (٦) وكنا (٧) لا نزال نحرك حلقة نصف النهار المارة بالأقطاب
حتى (٨) يحصل التقاطع (٩) فى سطح محاذ (١٠) للشمس بالحقيقة فتستظل (١١)
العليا (١٢) وحلقة البروج من أنفسها وخصوصا إن استعين بمثل ثقبى الاسطرلاب
وإن كان مكانها كوكب (١٣) لا عرض له احتلنا (١٤) حتى نرى الكوكب على
سطح الحلقة وخصوصا إن عملنا عليه (١٥) مثل ثقبى الاسطرلاب نمذبر الحلقة الأخرى
الداخلية (١٦) وندير فيها الداخلية إلى القطبين حتى يرى (١٧) الكوكب الأخضر
أو القمر فى الثقبين مع رؤيتنا للأول (١٨) فى الدرجة التى له وقد سدنا (١٩) الحلقة (٢٠)
الخارجة عليها فيحصل قوس بين مقاطعة الحلقة الأولى للحلقة (٢١) التى (٢٢) للبروج (٢٣)

-
- (١) س ، د : قامما عليه
(٢) ف : منه
(٣) س : فكنا
(٤) س : هاذ
(٥) س ، د : كانت
(٦) [حركنا الحلقة الدايا المارة بقطبي فلك البروج حتى أقمتها على الجزء الذى فيه الشمس فى
تلك الساعة من فلك البروج] : غير موجود فى س
(٧) س : فكنا
(٨) س : بالقطين
(٩) س : غير موجود
(١٠) س ، د : محاذ
(١١) س : فتستظل
(١٢) س : هي
(١٣) س : كوكبا
(١٤) س : اختلف
(١٥) ف ، س ، د : حيله
(١٦) س ، د : الداخلة
(١٧) س : نرى
(١٨) س ، د : الأول
(١٩) ف : سد - وفى س : سدنا
(٢٠) ف : بالحلقة
(٢١) س ، د : حلقة
(٢٢) س ، د : غير موجود
(٢٣) س ، د : للبروج

وبين مقاطعة هذه الأخرى هي قوس الطول وقوس أخرى بين الثقبه التي في الحلقة الدائرة إلى القطبين وبين حلقة البروج هي قوس العرض في الجنوب أو في الشمال وربما توتد (١) الحلقة الفوقانية بإزاء درجة الكوكب (٢) لتدار (٣) بإزائه دورا بحسب دور الفلك ويقاس به سائر الكواكب .

فصل

في الأصل الذى يعمل عليه في أمر اختلاف القمر المضعف (٤)

قال فلما استعملنا هذه (٥) الآلة ولزمنا (٦) الرصد كنا (٧) نصادف (٨) أحوال القمر عند الاتصالات مناسبة (٩) لما توجه الأصول المتقدمة لا تغادر شيئا محسوسا إلا ما يوجه اختلافات المنظر وأما عند تربيعي (١٠) القمر للشمس فكان إذا كان القمر على الأوج أو الحضيض من التلويز يجرى (١١) الأمر على ذلك القياس وأما إذا كان في التربيع على سائر المواضع غير الأوج أو الحضيض لم يجد (١٢) التعديل مطابقا للأصول المتقدمة بل كان الزائد أزيد والناقص أنقص وإذا اتفق أن كان القمر حيث يوجب غاية التعديل كنا نجده أزيد كثيرا من الخمس (١٣) الدرج التي فرضناها غاية فضل التعديل في النقصان والزيادة فحدسنا أن مركز التلويز ليس يتحرك على فلك موافق المركز وإلا لما اختلفت غاية تعديله بل يتحرك على خارج المركز (١٤) وأنه عند التربييع يكون في بعده الأقرب فيرى (١٥) أعظم ويفعل

(١) سا : تريده .

(٢) سا : ليدار .

(٤) [فصل في الأصل الذى يعمل عليه في أمر اختلاف القمر المضعف] : فير موجود في

سا ، د .

(٥) سا : هاذه .

(٦) في هامش ب : [وادمتا] .

(٧) ب : وكنا .

(٨) سا ، د : نشاهد ونصادف .

(٩) ل : متناسية .

(١٠) سا : فير واضح .

(١١) سا : نجرى .

(١٢) سا : نحه .

(١٣) هـ ، سا ، د : الخمسة .

(١٤) هـ ، سا ، د : مركز .

(١٥) سا : فرأى .

زاوية عند البصر (١) أعظم ويوتر (٢) من فلك البروج أكثر وإذا كان في التريسين عند الحضيض (٣) من (٤) خارج (٥) في الاتصال يكون عند الأوج (٦) وإذا كان القمر يحصل (٧) عند الحضيض في الشهر (٨) مرتين في دورة واحدة فليس يمكن ذلك أو يكون الخارج المركز يتحرك خلاف حركة (٩) مركز التدوير حتى يستقبله الحضيض في الشهر مرتين وكذلك الأوج تستقبله (١٠) في الشهر مرتين (١١) فعلمنا من ذلك أن الخارج المركز يتحرك إلى المشرق في جهة حركة المائل وفي سطحه أعنى سطح المائل حركة تنقل مركز التدوير إلى المشرق وحركة أخرى (١٢) تنقل البعدين وتدير مركز الخارج إلى المغرب فإنه لو كانت حركة الخارج المركز هذه على مركز نفسها لما اختلفت (١٣) مواضع (١٤) الأوج والحضيض فإذا اختلفت (١٥) فيجب أن تنتقل أيضا جملته ومركزه بانتقال فلك آخر ينقل أوجهه ولما كان مركز فلك التدوير يقطع من الفلك المائل في أزمنة سواء قسيا سواء علم ذلك باعتبار مقوماته في أزمنة متساوية واعتباره (١٦) موجب التعديل وإذا لم يكن تعديل من جهة التدوير فذلك أظهر (١٧) وذلك حين ما يكون عند البعدين والقرب منهما فيبين أنه لا يقطع كذلك من الفلك الخارج المركز حتى يكون فضوله في أزمنة سواء

(١) في هامش ب : [القطر] .

(٢) سا : ويوتر

(٣) سا ، د : حضيض

(٤) سا ، د : غير موجود

(٥) سا ، د : الخارج .

(٦) سا : أوجه .

(٧) سا ، د : غير موجود .

(٨) [في القهر] : غير موجود في سا .

(٩) سا : غير موجود .

(١٠) سا : يستقبله .

(١١) [وكذلك الأوج تستقبله في الشهر مرتين] : في هامش ب .

(١٢) سا ، د : [وأخرى حركة] بدلا من [وحركة أخرى] .

(١٣) پ ، سا ، د : اختلف .

(١٤) پ ، سا ، د : موضع .

(١٥) پ ، سا ، د : اختلف .

(١٦) سا : واضعاً .

(١٧) سا : يظهر .

مسيا سواء (١) فإن هذا لا يمكن أن يجتمع في الفلكين المختلفين المركز فين أن استواء مسيره هو على مركز الفلك المائل لا على مركز (٢) الخارج (٣) ولما كان الشهر الواحد (٤) الوسط (٥) المبتدى (٦) من الاجتماع يتم للقمر فيه دورة وقوس قطعها (٧) الشمس بالمسير الوسط وحينئذ يكون وسطه على أوج الخارج (٨) فيكون حركة الخارج في الشهر دورة إلا قوس الشمس التي بالوسط وذلك لأن القمر في (٩) أول الشهر الوسط كان على الأوج فدار (١٠) دورة في الطول وقطع (١١) قوسا زائدة والأوج يستقبله في خلاف جهة حركته فيوافيه ويلحقه على طرف تلك القوس وقد بقي له إلى (١٢) أن يوافي الموضع (١٣) الذي افترقا عليه هذه القوس بعينها فيكون للقمر دورة وقوس وللحامل من جهة حركته إلى المغرب دورة إلا قوسا وزيادة (١٤) مسير الوسط للقمر (١٥) على حركة الحامل بما (١٦) لحقه (١٧) من حركة المائل ضعف تلك القوس إذ هذا يزيد بذلك وذلك تنقص به بعينه وبين أن حركة الخارج المركز بما يلحقها من حركة المائل مع هذه القوس غير مضاعفة (١٨) مساوية لزيادة (١٩) وسط القمر في الطول على وسط الشمس وذلك دورة واحدة (٢٠)

-
- (١) (قسما سواء) : في هامش ف .
(٢) في هامش ب : [التدوير] .
(٣) صا ، د : التدوير .
(٤) صا ، د : غير موجود .
(٥) ب : [الشهر الوسط الواحد] بدلا من [الشهر الواحد الوسط] .
(٦) صا : الحامل المبتدى .
(٧) صا : قطعها .
(٨) ب بين السطرين : [الحامل] .
(٩) صا : غير موجود .
(١٠) صا : فراد .
(١١) ف ، صا ، د ، نقطع .
(١٢) صا : غير موجود .
(١٣) صا ، د : الموضع الأول - وفي هامش ب : [الأول] .
(١٤) صا : فزيادة .
(١٥) صا : [القمر لوسط] بدلا من [الوسط للقمر] .
(١٦) صا : لما .
(١٧) صا : لحفته .
(١٨) صا ، د : مضاعفة .
(١٩) ف : كزيادة .
(٢٠) صا : غير موجود .

فإذا أضعف (١) ذلك وهو تفاضل ما بين وسطى القمر والشمس كان (٢) جميع ما يجده (٣) مسير الأوج والمائل (٤) من المشرق وحركة القمر الوسطى إلى (٥) توالى البروج لو افرقت الشمس ونقطة الأوج ومركز التلويز ونقطة المائل معا لأن ذلك دورتان وذلك هو حركة الأوج والمائل معا ووسط الشمس كل ذلك مرتين فهو مثلا حركة الأوج (٦) والمائل معا (٧) ووسط الشمس مرة وهو المقدار الذى يقطعه التلويز من الخارج بالحقيقة إذ هو بالحقيقة (٨) دورتان وأقول (٩) إذا افرقت (١٠) الشمس ومركز تلويز القمر والأوج سار الأوج قوسا ما وسار المركز من الجانب الآخر مثل تلك القوس وضعف مسير الشمس وسارت الشمس فى (١١) جهة مسير (١٢) المركز قوسها المعلوم فيحصل البعد بين المركز والأوج ضعف تلك القوس (١٣) وضعف مسير الشمس (١٤) وحصل البعد بين المركز وبين الشمس تلك القوس وقوس مسير الشمس فيكون البعد بين النيرين نصف البعد بين الأوج وبين (١٥) المركز (١٦) ولأن فضل هذا كله على مسير القمر فى الطول هو حركة الخارج بما يلحقه (١٧) من المائل فإن نقص عن هذا الفضل المضعف بدل المسير فى الطول

(١) ما : ضعف .

(٢) ما : [مبلغ ذلك] بدلا من [كان] .

(٣) ما : ما يجده .

(٤) ما ، د : والحامل .

(٥) ما : غير موجود .

(٦) ب : الشمس .

(٧) [ووسط الشمس كل ذلك مرتين فهو مثلا حركة الشمس والمائل معا] : فى هامش ب .

(٨) [إذ هو بالحقيقة] : غير موجود فى ما .

(٩) ما ، د : فأقول .

(١٠) ما : غير واضح .

(١١) ما ، د : من .

(١٢) ما : سير - وفى ب : فى الهامش .

(١٣) ما ، د : [قوس مسير الأوج] بدلا من [تلك القوس] - وفى هامش ب : [قوس

مسير الأوج] .

(١٤) ف : القمر .

(١٥) ما ، د : - غير موجود .

(١٦) ما ، د : والمركز .

(١٧) ما : يلحقها .

مسير العرض الوسط بانضمام (١) حركة المائل إلى حركة الطول فبقى مسير الخارج المركز بحركة الأوج فحركة الخارج إذن هي مثل ما يبقى (٢) من نقصان مسير العرض عن الفضل المضعف أعني تفاضل الوسيطين وسط الشمس ووسط اقتران حركة الأوج وحدها (٣) مساوية (٤) لما يبقى من ضعف فضل مسير الوسط لاقتران على وسط الشمس منقوصا منه وسط مسير العرض وهذا الفضل (٥) يسميه بطليموس البعد ويسمى جميع القوس المشتملة على الحركات كلها (٦) البعد المضاعف (٧) وإذا (٨) حسب خرج مسير الأوج (٩) لليوم الواحد (باط) واه وقد عمل (١٠) بطليموس لتفهيم (١١) هذا المعنى شكلا فقال (١٢) لتكن دائرة أب ح (١٣) المائلة حول هـ و هـ أيضا مركز البروج وليكن أ هـ ح القطر المار بالمركزين و : ر مركز دح الخارج وليكن وقتا ما بجذء نقطة أ نقطة النهاية الشمالية ونقطة الأوج ونقطة الحمل ومركز التدوير للقمر (١٤) ووسط الشمس وتحرك سطح أ ب ح د مع د ح كله في يوم واحد من أ في جهة د فقطع (١٥) قوس أ ط مقدار ثلاث دقائق فصارت النهاية الشمالية عند ط وهي في آخر الحوت ووسط الخارج دار ما داره خط هـ د (١٦) في تلك الجهة قوساً أعظم من أ ط وهي قوس أد ومركز التدوير دار من أ إلى جهة ب كأن خط هـ أ نقله إلى خط هـ ب (١٧) حتى حصل مثلاً على (١٨) نقطة ح

(١) سا ، د : انضافت .

(٢) سا : ما يبقى .

(٣) ف ، سا ، د : وحده .

(٤) سا : مساو .

(٥) سا ، د : العرض .

(٦) [البعد ويسمى جميع القوس المشتملة على الحركات كلها] : غير موجود في سا .

(٧) سا : المضعف .

(٨) سا : فإذا .

(٩) سا : للأوج .

(١٠) سا : علم .

(١١) ف : لتوهيم - وفي هامش ب : [ادوهم] .

(١٢) [شكلا فقال] : غير موجود في سا .

(١٣) سا : ف ب ح هـ .

(١٤) سا : والقمر .

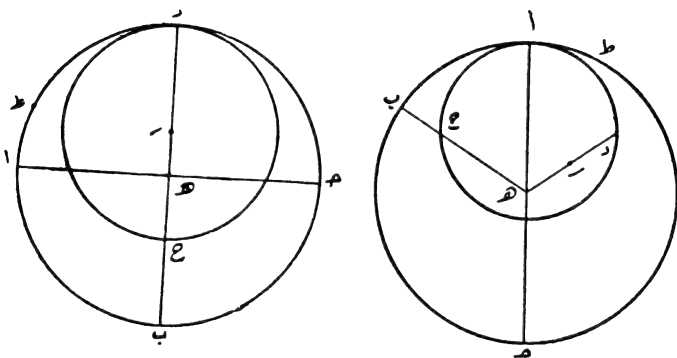
(١٥) سا : فيقطع .

(١٦) ف : هـ - وفي سا : هـ .

(١٧) سا : ف ب .

(١٨) سا : عليه .

وقطع من المائل لو توهم ساكناً قوس أب لكن النهاية الشمالية متحركة (١) فيكون (٢)
قد صار بالحقيقة بين مركز التدوير وبين النهاية الشمالية قوس ط ب وهي (٣)



نسك (٨٨)

(ب يد) (٤) فبالحقيقة يكون قد قطع هذه (٥) القوس فيكون التدوير سار من الأوج قوس د ح فيبين التدوير والشمالية (ب يد) وبين النهاية (٦) الشمالية وبين موضع الأوج (ب ط) فجميع ذلك (كد كح) (٧) وذلك ضعف مسير البعد الوسيط لليوم الواحد أى ضعف (٨) فضل (٩) وسط القمر على وسط الشمس وهو (١٠) اثني (١١) عشر جزءاً وإحدى عشرة دقيقة ونصف دقيقة بالتقريب (١٢).

(١) ف : تتحرك لتكون متحركة .

(٢) سا : غير موجود .

(٣) سا : و .

(٤) سا : له .

(٥) سا : هافه .

(٦) سا : في المائل .

(٧) سا : كد كح .

(٨) سا : غير موجود .

(٩) ف : غير موجود .

(١٠) سا ، د : وهي .

(١١) ب : اثنا .

(١٢) عند تطبيق النظريات المذكورة سابقاً عن حركات القمر تبين أنها تطابق أحوال القمر عند الاتصالات ، أما فيما هذا ذلك فإن القيمة العددية للتعديل تكون أكبر بما تعطيه النظريات . وكذلك إذا كان القمر في الموضع الذي يفترض فيه التعديل خمس درجات (للهاية العظمى) تبين أنه يزيد على ذلك .

وإذا كان (١) الشمس والقمر في الشهر يتقاطران مرة بالوسط ويجتمعان مرة (٢) وكل (٣) ذلك على الأوج فبين أنهما يربعان في الشهر مرتين بالوسط والتدوير

ونتيجة ذلك ، فرض القدماء فلكا مائلا حل البروج يتحد معه في المركز ، ثم فلكا خارج المركز يقع في مستوى الفلك المائل ، ثم فلك تدوير يتحرك مركزه على محيط الخارج المركز ويتبع القواعد الآتية :
إذا فرضنا أن الشمس ومركز تدوير القمر والأوج تقع كلها في اتجاه واحد ، فبعد فترة من الزمن يحدث مايلي :

- (١) يتحرك الأوج قوسا ١ قدرها ٩' ١١° في اليوم
- (٢) يتحرك الشمس في الناحية الأخرى قوسا ٢ قدرها ٢٣' ٢١°
- (٣) يسير مركز التدوير في جهة سير الشمس قوسا قدره في اليوم .

قوس الأوج + ضعف قوس الشمس .

$$= ١٣ + ٢ = ١٥ س$$

∴ البعد بين الأوج ومركز التدوير = ١٣ س + (٢ س + ٢ س)

$$= ٢ س + ١٣ س = ١٥ س$$

والبعد بين الشمس ومركز التدوير = ١٣ س + ٢ س - ٢ س .

$$= ١٣ س + ٢ س$$

أي أن البعد بين الأوج ومركز التدوير = ضعف البعد بين الشمس ومركز التدوير

أو = ضعف البعد بين الشمس والقمر

أو = ٢ (الحركة الوسطى للقمر - الحركة الوسطى للشمس)

في شكل (٨٨) $ا = ا$ المائل ومركزه نقطة $ا$ ، $د ح$ الخارج ومركزه نقطة $ر$ ، $ا$ نقطة النهاية الشمالية . ولنفرض أن الأوج ومركز التدوير والشمس قد اجتمعوا عند نقطة $ا$ ، فبعد يوم واحد يحدث مايلي :

- (١) يتحرك الأوج من $ا$ إلى $د$.
- (٢) يتحرك مركز التدوير من $ا$ إلى $ح$.
- (٣) يتحرك الشمس من $ا$ إلى $ط$ أي أن النهاية الشمالية أصبحت عند نقطة $ط$

∴ المسافة بين مركز التدوير $ح$ والنهاية الشمالية $ط$ = $ح ا$ = ٩' ١١°

، المسافة بين النهاية الشمالية $ط$ والأوج $د$ = ٩' ١١°

، المسافة بين مركز التدوير $ح$ والأوج $د$ = ٢٣' ٢٤°

لكن الشهر القمري يساوي ٢٩ ر ٥ يوم تقريبا .

∴ الحركة الوسطى للقمر - الحركة الوسطى للشمس = $\frac{٣٦٠}{٢٩ ر ٥} = ١٢' ١٢°$

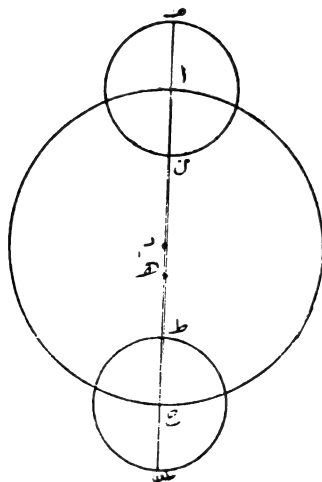
وهذا يساوي نصف المسافة بين مركز التدوير $ح$ والأوج $د$.

(١) $سا$ ، $د$: كانت .

(٢) $سا$ ، $ا$: [ومرة يجتمعان] بدلا من [ويجتمعان مرة] .

(٣) $سا$ ، $د$: وكان .

على الحضيض وكلما دنا التدوير من الوسط روى^(١) فضل الاختلاف أعظم لأن الزاوية^(٢) التي تحدث عند البصر عن الشيء الواحد بعينه تختلف في العظم والصغر بحسب القرب والبعد فكلما كانت أبعد كانت أصغر وكلما كانت أقرب كانت أعظم وإذا كانت حركة التدوير على الخارج^(٣) ليست^(٤) بالقياس إلى مركزه بل بالقياس إلى مركز المائل فلا يلزمها^(٥) من الخارج تعديل آخر إلا المقدار الذي من التدوير وتأثير الخارج فيه هو القرب والبعد فقط مثلا إذا رسمنا على نقطة د^(٦) المقاطرة ل: ح^(٧) وعلى ا، ح^(٨) فلكي^(٩) التدوير أحدهما عليه م ن



شكل (٨٩)

-
- (١) ما : رأى .
 - (٢) ما : الزاوية .
 - (٣) [على الخارج] : غير موجود في ما .
 - (٤) ما : ليس .
 - (٥) ف : يلومها .
 - (٦) ف : غير موجود .
 - (٧) ب : [ا] - وى ما : [ل : د] .
 - (٨) ف ، ما ، د : [ح] بدلا من [ا ، ح] .
 - (٩) ما : فليكن .

والآخر عليه ط س فلأن ه^(١) نقطة على غير مركز الخارج لأن ه قد فرضناها مركز البروج ومرعلها وعلى مركز الخارج خط منقسم^(٢) على ه^(٣) فأطول الخطوط التي يمكن أن يقع فيها مارا على ه هو ه أ وأقصراها هو ه ح فلا يرى^(٤) إذا غاية الفضل أصغر مما يكون^(٥) عند ا ولا أعظم مما يكون^(٦) عند ح وذلك عند الكسوفات والاجتماعات^(٧) والاستقبالات وهذا^(٨) عند التربيعات (**).

(١) سا : غير موجود .

(٢) ف : مستقيم .

(٣) [عل ه] : في هامش ب - وفي ف : غير موجود .

(٤) سا : نرى .

(٥) ب : تكون .

(٦) ب : تكون .

(٧) سا ، د : وعند الاجتماعات .

(٨) سا : وهما .

(**) نظرية (٣٠) : النهاية العظمى لاختلاف المنظر للقمر تكون عند التربيعات والنهاية الصغرى عند الاستقبالات والاتصالات والكسوفات .

البرهان : بما أن البعد بين الأوج ومركز التدوير = ضعف البعد بين الشمس والقمر . وبما أنه عند الاستقبالات والاتصالات والكسوفات يكون البعد بين الشمس والقمر = صفر أو ١٨٠°

∴ البعد بين الأوج ومركز التدوير = صفر أو ٣٦٠°

∴ تحدث هذه الظواهر عندما يكون مركز التدوير متطابقا على الأوج

أما عند التربيعات فإن البعد بين الشمس والقمر = ٩٠° أو ٢٧٠°

∴ البعد بين الأوج ومركز التدوير = ١٨٠°

∴ هذه الظواهر تحدث عندما يكون مركز التدوير متطابقا على الحضيض .

وفي شكل (٨٩) نفرض م مركز التدوير ومركزه عند الأوج ا ، ط س التدوير عندما كان مركزه عند الحضيض ح ، وليكن مركز البروج نقطة د

∴ ه ا نهاية عظمى لبعد مركز البروج عن مركز التدوير

∴ النهاية العظمى لاختلاف المنظر عند ا هي أصغر ما يمكن

وبما أن ه ح نهاية صغرى لبعد مركز البروج عن مركز التدوير .

∴ النهاية العظمى لاختلاف المنظر عند ح هي أكبر ما يمكن وهو المطلوب

فصل

في معرفة اختلاف القمر الكائن على حسب بعده من الشمس (١)

ثم شرع في تبين غاية هذا الاختلاف وذلك بأن عرف موضع القمر بموضع الشمس بمعرفة البعد بينهما بالآلة (٢) المذكورة وحين كان قريباً من التربيع (٣) في وقت كان قريباً من وسط السماء فلم يكن له اختلاف منظر وكان حسب فوجد القمر من تدويره عند الخط المماس من البصر وليس من رصد واحد بل من أرصاد متوالية له ولأبرخس (٤) فلما عرف موضعه (٥) وجده مخالفاً للوسط بأكثر من غاية التعديل الذي وجد أولاً إذ كان الذي وجد أولاً خمسة أجزاء والآن فقد كان يجده سبعة أجزاء وثلاثين أما في الرصد الذي ذكره لنفسه فكان التعديل الناقص بهذا القدر (٦) وأما (٧) في الرصد (٨) الذي ذكره لأبرخس (٩) فكان التعديل الزائد بهذا القدر فصح له من ذلك إصابته في الحدس المتقدم فطلب من ذلك أن يعرف نسبة الخط الواصل بين المركزين إذ صح له من هذا أن حركة مركز التدوير هي (١٠) على فلك خارج المركز (١١) فليكن فلك تدوير ط ر على ح الحضيض من خارج مركز أ ب ح الذي حول د وإذا لم يكن هناك اختلاف منظر فليكن ه مركز البروج وهو نقطة البصر ونخرج ه ط ب مماساً للتدوير على ط وعلى ه ب عمود ح ط وزاوية ج ه ب معلومة بغاية (١٢) الاختلاف وزاوية ط القائمة معلومة و : ح ه (١٣) من المثلث معلوم

(١) [فصل في معرفة اختلاف القمر الكائن على حسب بعده من الشمس] . : غير موجود

في سا ، د

(٢) ب : بالآلة . (٣) سا : المربع .

(٤) سا : ولأبرخس .

(٥) ف : موضع .

(٦) [أما في الرصد الذي ذكره لنفسه فكان التعديل ناقصاً بهذا القدر] : في هامش ف .

(٧) ف : أما .

(٨) سا ، د : [بالرصد] بدلا من [في الرصد] .

(٩) سا : لا أبرخس .

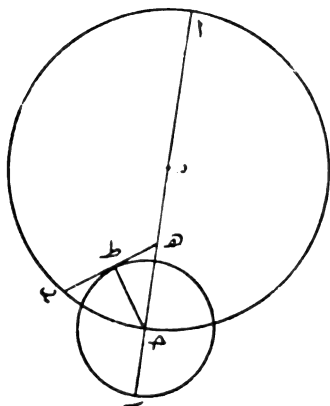
(١٠) سا : هاذي .

(١١) ف : غير موجود .

(١٢) سا : لغاية .

(١٣) سا ، د : [ف : ح ه] .

النسبة إلى ح ط وكان (١) د ح (٢) معلوما (٣) بالنسبة (٤) ف . د هـ



شكل (٩٠)

معلوم النسبة (٥) من د ح وخرج على نسبة ي ط (٦) إلى ل ط كب (٧) وأنا أقول إن المعلوم بالحقيقة فيما (٨) سلف هو ما بين سطح الأفق ومركز التدوير لا ما بين (٩) مركز الأرض وبينه (١٠) فإن (١١) الزاوية تكون هناك أصغر لكن (١٢) نسبة نصف قطر الأرض قد يمكن^٢ علمه (١٣) فيزداد على ذلك القدر (١٤) (*).

-
- | | |
|--|-----------------------|
| (١) ف : فكان . | (٢) سا : د ح . |
| (٣) سا ، د : معلوم . | (٤) سا ، د : النسبة . |
| (٥) سا : غير موجود . | |
| (٦) سا : ي ط . | |
| (٧) سا : ط ل كب . | |
| (٨) ف : هـا . | |
| (٩) سا ، د : [من] بدلا من [ما بين] . | |
| (١٠) سا : غير موجود . | |
| (١١) ف : وإن | |
| (١٢) سا : لأن . | |
| (١٣) سا : علمها . | |
| (١٤) سا ، د : واقع أعلم . | |

(٥) تعيين البعد بين مركز البروج ومركز الخارج : في شكل (٩٠) هـ هـ الخارج ومركزه نقطة د ، ومركز البروج نقطة هـ . ولنفرض فلك تدوير القمر ط ر ح ومركزه نقطة ح حيث ح عند المضيض بالنسبة إلى الخارج المركز

فصل

في معرفة الناحية التي يحاذيها فلك تدوير القمر^(١)

ثم إن بطليموس لما واطر مراعاة الأرصاد وجد اختلافا ثالثاً يعرض عند التثليث والتسدیس استدل^(٢) به على أن قطر فلك التدوير الواصل بين أوجه وحضيضه ليس محاذياً لمرکز البروج ولا لمركز الخارج ولكن^(٣) لنقطة بعدها من مركز البروج مما يلي الحضيض من الخارج قريب^(٤) من بعد ما بين المركزين ومعنى هذه المحاذاة هو أن^(٥) مركز التدوير إذا كان على الأوج أو^(٦) الحضيض من الخارج انطبق قطره على قطر الخارج المار بهما من الخارج فصارا^(٧) خطاً واحداً مستقيماً^(٨) فإذا زال المركز عن تلك النقطة من الحامل افترق الخطان لا على الموازاة لكن على هيئة توجب بينهما التقاء محووظاً في داخل الحامل أو أخرج قطر التدوير

والمطلوب يمين البعد د هـ

نرسم المستقيم هـ ط ب مماساً للتدوير ونصل ح ط

في هذا الموضع يبينت الأرصاد أن القمر يكون واقفاً على المماس للتدوير أي عند نقطة ط .

∴ التعديل ط هـ أ - نهاية عظمى قيمتها معلومة

وفي المثلث ط ح د - : زاوية هـ معلومة ، زاوية ط = ٩٠°

∴ يمكن معرفة النسبة $\frac{هـ}{ح}$

لكن $\frac{\text{نصف قطر الخارج}}{\text{نصف قطر التدوير}}$ نسبة معلومة أي أن $\frac{د}{ح}$ معلومة

∴ $\frac{د}{ح}$ معلومة ∴ $\frac{د}{أ}$ معلومة

وهذه هي نسبة البعد المطلوب د هـ إلى نصف قطر الخارج

(١) [فصل في معرفة الناحية التي يحاذيها فلك تدوير القمر] : غير موجود في سا ، د .

(٢) ف : استدك .

(٣) سا ، د : بلى .

(٤) سا ، د : قريبة .

(٥) ف : أن يكون .

(٦) سا ، د : أو هل .

(٧) سا : فصار .

(٨) ف : غير موجود .

على الاستقامة وذلك الالتقاء لا يكون على نقطتي المركزين بل على نقطة أخرى ويلزم (١) ذلك الالتقاء إلى أن يعود إلى الانطباق فيكون طرف قطر التدوير يحفظ دائماً محاذاة تلك النقطة ومسامتها وأما (٢) كيفية الوصول إلى معرفة هذا (٣) الاختلاف فبأرصاد منها رصدان (٤) لأبرخس أحدهما رصد فيه بالآلة المذكورة (٥) البعد بين الشمس والقمر ولم يكن للقمر اختلاف منظر في الطول وذلك لأنه كان في تسعة أجزاء وثلاثين من الحوت (٦) ووسط الشمس في (٧) أربعة أجزاء من القوس وذلك يوجب (٨) بالأسكندرية أن يكون (٩) ما بين (١٠) موضع القمر والطالع (١١) قريباً من تسعين جزءاً فتكون القوس المارة بسمت الرأس وبمركز القمر تمر بقطبي (١٢) فلك (١٣) البروج فيكون لا يفعل (١٤) اختلافاً في الطول بل إن كان ولا بد في العرض وكان القمر مغرباً (١٥) عن الشمس (١٦) فكان موضع الشمس المرئي في الثور (ر م) وموضع القمر المرئي (ك م) من الحوت وبالحقيقة (كاكول) (١٧)

(١) سا ، د : ويدوم .

(٢) سا ، د : فأما .

(٣) سا : هاذا .

(٤) سا : لأن .

(٥) [بالآلة المذكورة] : في هامش ب

(٦) سا ، د : القرب .

(٧) سا : غير موجود .

(٨) ب : غير موجود .

(٩) ب : يكون .

(١٠) ب : إما .

(١١) ب : غير واضح .

(١٢) سا : نقطتي .

(١٣) سا ، د : غير موجود .

(١٤) ب : غير واضح .

(١٥) ب : غير واضح .

(١٦) ب : الشمس فلما حقق - [البعد بين الشمس والقمر ولم يكن للقمر اختلاف منظر في الطول

وذلك لأنه كان في تسعة أجزاء وثلاثين من الحوت ووسط الشمس في أربعة أجزاء وذلك بالاسكندرية أن يكون ما بين موضع القمر والطالع قريباً من تسعين جزءاً فتكون القوس المارة بسمت الرأس وبمركز القمر تمر بقطبي فلك البروج فيكون لا يفعل اختلافاً في الطول بل إن كان ولا بد في العرض وكان القمر مغرباً عن الشمس فلما حقق] : في هامش ب وغير موجود في سا .

(١٧) ف : كاكوله .

من الحوت وكان البعد الحقيقي بين القمر والشمس (سيدهب) والبعد بينهما بالوسط (سيد كج) وكان موضع القمر بالمسير الوسط في الحوت (كب ي) وكان بعده من البعد الأبعد الوسط (١) من فلك تدويره (قيه ل) (٢) فلما حقق موضع الشمس وحقق وسط القمر واختلافه وتعديله وجد الوسط يجب أن يكون قد تقدم في توالى البروج مكانه المحقق بالرصد حتى كان التعديل ناقصاً وكان المركز من التدوير في قريب من الوسط بين الأوج والحضيض من الخارج وكان مسير الاختلاف يجب أن يكون فوق نصف دائرة من الأوج وهذا يوجب أن يكون التعديل زائداً لا محالة . وكان قد وجد ناقصاً كأنه لم يستوف بعد عن أوج التدوير نصف دائرة فوجب أن يكون هناك أوج في الحامل ثابت لم يبعد عنه بنصف دائرة والأوج الذي كان قبل أوجا وبعد عنه نصف دائرة (٣) قد زال الآن فليس بالأوج المرتى إذا (٤) كان مكان القمر إلى المغرب من الحضيض المرتى وإلى المشرق من الحضيض الوسط الذي الحساب الوسط بالقياس إليه فيكون الحضيض الوسط قد تخلف (٥) في توالى البروج عن الحضيض المرتى (٦) مجموع ما يؤثر (٧) بعد القمر عن الحضيض الوسط وما يؤثره (٨) بعد القمر عن الحضيض (٩) المرتى ولو كانت محاذاته (١٠) لنقطة (١١) هي مركز البروج لما عرض هذا ثم (١٢) بين (١٣) موضع تلك النقطة

(١) ف : للأوسط .

(٢) ف : قه ل - [فكان موضع الشمس المرتى في الثور (ر مه) وموضع للقمر المرتى (كام) من الحوت وبالحقيقة (كا كو ل) من الحوت وكان البعد الحقيقي بين القمر والشمس (سيه مب) والبعد بينهما بالوسط (سيد كج) وكان موضع القمر بالمسير الوسط في الحوت (كب ي) وكان بعده من البعد الأبعد الوسط من فلك تدويره (قيه ل) : غير موجود في سا ، د

(٣) [والأوج الذي كان قبل أوجا وبعد عنه نصف دائرة] : غير موجود في سا ، د

(٤) ف ، سا ، د : إذ .

(٥) سا : تختلف .

(٦) سا : [الذي] بدلا من [المرتى] .

(٧) سا : ما يؤثره .

(٨) سا : ما يؤثره .

(٩) [الوسط وما يؤثره بعد القمر عن الحضيض] : في هامش ف .

(١٠) ف : بين السطرين .

(١١) ب ، ف : [لنقطة محاذاته] بدلا من [محاذاته لنقطة] .

(١٢) ب : غير واضح .

(١٣) سا ، هـ : يبين .

بشكل فقال ^(١) فليكن فلك أ ب ج ^(٢) الخارج حول د وقطره المار بمركز فلك البروج وهو ه خطأ د ^(٣) و : أ أوج و : ح حضيبض وفلك ر ح ط للتدوير حول ب ^(٤) يتحرك من ب مثلاً إلى أ قوس قطع مركز فلك ^(٥) التدوير والقمر يتحرك من ر إلى ح ثم إلى ^(٦) ط ^(٧) ولنصل د ب وأيضاً ه ب ^(٨) يقطع التدوير على ط وهو ^(٩) الحضيض المرتقى لكن بعد القمر من الشمس بالوسطين معلوم وضعفه ^(١٠) معلوم ^(١١) وهو بعد الأوج من مركز التدوير في توالي البروج وقد كان البعد ثلاثمائة وخمسة عشر وشيء فضعه أكثر من دائرة فيسقط من ضعفه دورة يبقى الباقي معلوماً لكنه بالوسط ^(١٢) معلوم لا بالقياس إلى اللاترئة الحاملة بل المائلة الموافقة فزاوية أ ه ب معلومة إذ هي على مركز المائل ولأن ^(١٣) زاوية أ ه ب توتر ^(١٤) أقل من الربع فهي ^(١٥) حادة فإذا خرج من د عمود ^(١٦) على ه ب وقع داخل المثلث ربكـن د ك فـمـثلث د ه ك ^(١٧) معلوم النسب بسبب زاوية ^(١٨) د ه ك المعلومة وقائمة ك ف : د ك معلوم من

(١) سا : غير موجود .

(٢) سا : ا ب ح ا .

(٣) ف : ا د ح - [وقطره المار بمركز فلك البروج وهو ه خط ا د -] غير موجود في سا .

(٤) ف : د - [حول ب] : غير موجود في سا .

(٥) سا : غير موجود .

(٦) سا : غير موجود .

(٧) سا : ط ه .

(٨) [وأيضاً ه ب] : مكرر في سا

(٩) سا : هو .

(١٠) سا ، د : فضعه .

(١١) [وضعفه معلوم] : غير موجود في ف .

(١٢) سا : لوسط .

(١٣) سا : فلان .

(١٤) سا : تؤثر .

(١٥) ف : وهي .

(١٦) سا : عمود د ا .

(١٧) سا ، د : ه د ا .

(١٨) ف : في المائل .

د ه (١) بل من د ب فيصير ك ب أحد ضلعي القائمة معلوماً ف : ه ب معلوم
 وليكن القمر على ج (٢) ونصل ه ح وعلى ه ح من ب عمود ب ل فلأن القائمة
 معلومة وزاوية ب ه ل التي لغاية (٣) التعديل (٤) قد (٥) عرفت (٦)
 من المكان الحقيقي بالرصد والمكان الوسط بالحساب ومبلغ التفاوت بينهما معلوم
 فمثلت ب ه ل معلوم النسب ولنصل ب ح (٧) فلأن ب ح ، ب ل من مثلث
 ب ح ل (٨) معلومان و : ل قائمة فزاوية ب ح ل معلومة تبقى زاوية ط ب ح
 معلومة فقوس ط ح وهو بعد ما بين القمر والحضيض المرتئي معلوم لكن بعد القمر
 في الاختلافات عن الحضيض الوسط معلوم فليكن الحضيض الوسط وهو يتقدم
 ح (٩) في (١٠) توالى البروج بالحساب نقطة م ولنصل ب م ونخرجه على الاستقامة
 فيلقى لا محالة كما تعلمه عن قريب خط أ ح وليكن على ن (١١) ونخرج من ه عمود
 ه س فيقع داخل المثلث لأن زاوية أ ه ب كانت حادة ف : ه ن س (١٢) الدخلة
 حادة ولأن قوس ط ح معلومة وقوس ح م معلومة (١٣) وهي ما بين الحضيض (١٤)
 الوسط (١٥) وموضع الكوكب قد علمت بمسير الاختلاف (١٥) الوسط فقوس
 ط م معلومة فزاوية ه ب س (١٦) معلومة و : س قائمة وخط ه ب معلوم ف : ه س

-
- (١) سا : د .
 (٢) ف : ح .
 (٣) ل ، د و غير موجود .
 (٤) سا ، د : التعديل .
 (٥) سا : ما .
 (٦) سا : حرف .
 (٧) سا ، د : ب ح ، ب ل .
 (٨) ف : ب ح ن .
 (٩) سا ، د : [أبداً من -] بدلاً من [يتقدم ح]
 (١٠) سا : فمن
 (١١) ف : غير واضح - وق ب ، د ر
 (١٢) ف : [ف : ه ن ش] - وق سا : (ف : ه ن س)
 (١٣) ب ، ف : غير موجود
 (١٤) سا ، د ، هاش ب : الأوج
 (١٥) سا : والوسط
 (١٦) ف : اختلاف

بالحساب أنه إذا كان د ه (ى يط) (١١) كان ه ن (٢) (ى يج) فيقع التقاطع

من الحركتين الوسطيين للقمر والشمس يمكن معرفة بعد القمر عن الشمس ، وضعت هذه القيمة
على البعدين الأوج ا ومركز التدوير ب على توالي البروج ، أى زاوية ا ب ب

وكان البعد في رصد بطليموس بين القمر والشمس أكبر من ٣١٥°

∴ البعد ا ب ب < ٦٣٠ - ٣٦٠ أى < ٢٧٠°

∴ زاوية ا ب ب حادة ومعلومة

في المثلث د ه ل : زاوية ه معلومة ، زاوية ل = ٩٠°

∴ يمكن معرفة النسبة $\frac{د}{ه}$ أو $\frac{د}{ب}$

∴ $\frac{ب}{د}$ معلومة $\frac{ب}{ه}$ معلومة

وفي المثلث ب ه ل : زاوية ه = تمديد القمر ح = معلومة ، زاوية ل قائمة

∴ النسبة $\frac{ب}{ه}$ معلومة لكن $\frac{ب}{ه} = \frac{ب}{د} \cdot \frac{د}{ه}$

وقد عرفنا سابقاً $\frac{ه}{د}$ ∴ $\frac{ب}{د}$ تصبح معلومة

وفي المثلث ب ه ل : $\frac{ب}{د}$ ، $\frac{ب}{ه}$ معلومتان

∴ نعلم زاوية ح ب ل ومن ذلك زاوية ط ب ح

لكن زاوية ح ب م معلومة لأنها بعد القمر ح عن الحضيض الوسط م

∴ زاوية ط ب م تصير معلومة

∴ في المثلث القائم ه ب س نعرف نسبتي $\frac{ه}{ب}$ أو $\frac{ه}{د}$

∴ في المثلث القائم ه ب س : ه ن س = ا ه ب - د ب س = معلومة

و النسبة $\frac{ه}{د}$ معلومة

∴ نعلم النسبة $\frac{ه}{ب}$ وهو المطلوب

ومن الحسابات خرج ه ن = د ه بتقريباً

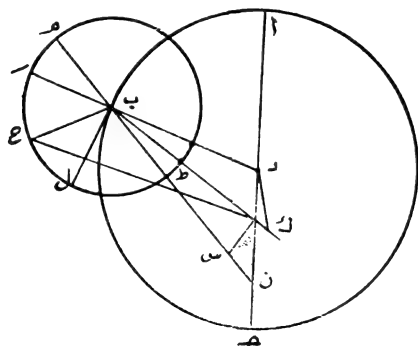
(١) سا : يح ط

(٢) سا : د ر

في داخل الخارج المركز أعني تقاطع خطى أ ه ، ب ن (١) فقد بان تحقيق هذه
 المجازاة من جهة الحضيض في هذا الرصد قال ونحن نتبين (٢) مثل ذلك من جهة
 الأوج فاعتمد رسدا لأبرخس (٣) بجزيرة رودس قد وجد (٤) فيه بالسبيل المذكورة
 أن وسط القمر متخلف (٥) عن موضعه المحقق إذ كان الحساب يوجب أن يكون من الأسد
 على (كرك) (٦) وكان بالرؤية من الأسد على (كط) (٧) وكان مقاربا لوسط
 السماء ليس له اختلاف منظر في الطول وكان بعده (٨) عن الأوج المرقى (٩) دون
 الذي يجب في الحساب على الأصول التي سلفت وتحققت فبين الأشياء التي بينها
 بالشكل الأول على ذلك المنهاج لا تخالفه (١٠) إلا في نقطة ح (١١) عند الأوج ويقع
 عمود ب ل دون ح (١٢) وعمود دك (١٣) إلى الجانب الآخر وعرف زاوية د ه ك
 فعرف دك ، كه ، كب (١٤) فعرف (١٥) د ب وقد عرفت زاوية ب ه ح (١٦)
 الباقية وزاوية ل القائمة فعرف (١٧) نسب أضلاع وزوايا مثلث (١٨) د ب ل
 وضلع ب ل ، ب ح معلومان وزاوية ل قائمة فعرف (١٩) زاوية ب ح ل (٢٠)

-
- (١) ف : ا - ر - وفي سا : ه ا ب ر
 (٢) سا : نين
 (٣) سا : لافرجس
 (٤) ف : فوجد
 (٥) سا : متخلفا
 (٦) سا : كط
 (٧) سا : ل ط
 (٨) سا : تعديله
 (٩) بين السطرين في ب : تعديله
 (١٠) سا : لا يخالفه
 (١١) سا : ج
 (١٢) سا : ج
 (١٣) سا : د ل
 (١٤) [وعرف زاوية د ه ك فعرف د ل ، ل ه ، ل ب] : غير موجود في سا
 (١٥) سا : فيعرف
 (١٦) ف : ه ب ع
 (١٧) سا : فيعرف
 (١٨) ف : مثله
 (١٩) سا : فيعرف
 (٢٠) سا : ع ب ل

وجميع هـ ب ح فبقى (١) ح ب ر من القائمتين معلوما (٢) فعرّف قوس ح ر وكان عرف قوس ح م وهو (٣) البعد عن البعد (٤) الأوسط (٥) الأول بالحساب فعرّف (٦) قوس ز م وزاوية ر ب م بل هـ ب ن (٧) ثم يعرف سائر الباقية كما عرفت (٨) وقد خرج



شكل (٩٢)

أنه إذا كان د هـ : (ي ي ط) يكون هـ ن : (ي ك) (٩) وبالجدلة قريبا من د هـ إذ كان أزيد بقريب مما كان أنقص وكانت الأرصاد المتتالية توجب هذه (١٠) النسبة فعلم أن هذه المخاذاة محفظة لا تتغير (١١) (*) .

(١) سا : يبقى

(٢) سا : معاومة

(٣) ب ، سا : وهى

(٤) سا : غير موجود

(٥) سا : الوسط

(٦) سا : فيعرف

(٧) سا : بل هـ

(٨) سا ، د : قد عرفت

(٩) ف : [هـ ن : ي ك] - وفى سا : در هـ رى ل

(١٠) سا : هاذ

(١١) سا : لا يتغير

(٥) مناقشة الاختلاف الثالث فى وضع آخر للقمر : أخذ بطليموس رمدا لإبرخس بجزيرة رودس حيث كان الموضع المرئى للقمر عند ٢٩° من برج الأسد ، وبالحساب عند ٢٠' ٢٧° من برج الأسد ، وكان بعده عن الأوج المرئى أقل من الحساب
فى شكل (٩٢) ا ب ح الخارج ومركزه نقطة د ، ومركز البروج نقطة هـ ، وفلك التدوير

فصل

كيف يعلم مسير القمر الخفى من حركاته المستوية
بطريق الخطوط (١)

ثم بين أنه كيف يستخرج تعديل القمر من مسيراته الوسطى الجزئية بطريق الهندسة حتى يعرف (٢) موضعه المحقق فقال (٣) إنه (٤) يمكن أن يعرف هذا من الشكل الذى وضعناه بأن يحاول فيه ضرباً (٥) من عكس البيان بأن تضع زاوية أ ه ب معلومة وزاوية م ب ح معلومة ونخرج مكان عمود ه س عمود ن س (٦) على ه ب ومكان ب ل عمود ح ل على ه ب (٧) فنعلم نسب مثلث ك د ه من القائمة ومن (٨) زاوية (٩) ك ه أ الباقية (١٠) ثم نعلم نسب مثلث ك د ب من معرفة د ب (١١) ومعرفة ك د ومعرفة القائمة فيصير ه ب معلوماً ومثلث س ه ن (١٢) مساوياً ومشابه (١٣)

ر ح ط ومركزه نقطة ب . وليكن القمر عند نقطة ح ، والأوج الوسط عند م ، ونصل م ب ليقابل ا ح في ن .
والمطلوب تعيين قيمة ه ن .

ننزل الأعمدة د ك على ه ب ، ه س على م ب ن ، ب ل على ا ح
ففى المثلث د ه ل : زاوية ل ه = ٩٠ ، زاوية د ه ل = ١٨٠ - ا ه ب = معلومة
وباتباع نفس الخطوات السابقة نستنتج أن :
ه ن = د ه تقريباً

(١) [فصل كيف يعلم مسير القمر الخفى من حركاته المستوية بطريق الخطوط] : غير موجود
في س ، د

- (٢) ف : يعلم
- (٣) س ، د : قال
- (٤) س ، د : غير موجود
- (٥) س ، د : ضرب
- (٦) س ، د : ر س
- (٧) س ، د : ه ب ر
- (٨) ف : غير موجود
- (٩) س : غير موجود
- (١٠) س : القائمة
- (١١) س : ك ب
- (١٢) س ، د : س ه ر
- (١٣) س : مشابه

كان من مثلث ب ل ح معلوماً ف : ه ح ^(١) و زاوية ل ه ح ^(٢) لنفضل التعديل معلومة (*).

(١) س ا : [ف : د ح]

(٢) س ا : ر ه ح

(٣) تعيين الموضع المرئي (أو المحقق) للقمر من مسيراته الوسطي
المعلوم هنا هو بعد مركز التدوير عن أوج الخارج وبعد القمر عن الأوج الوسط أو عن الحضيض
الوسط -- ولكي نعين الموضع المرئي يكفي أن نعرف التعديل
في شكل (٩٣) $\angle \alpha$ - الخارج ومركزه نقطة د ، م ر ح التدوير ومركزه نقطة ب ،
ومركز البروج نقطة ه .

نأخذ ه ب = د ه ، ونصل ب ب ، ونمده إلى م على محيط التدوير . ثم نصل ه ب ونمده إلى ر
على محيط التدوير ، ونفرض أن القمر عند نقطة ح . فنزل الأعمدة د ك ، ب ن س ، ح ل على ه ب
والمطلوب تعيين زاوية ح ه ب التي هي التعديل
في مثلث ك د ه : زاوية ك = 90° ، زاوية د ه ك = $180^\circ - \angle \alpha$ ب = معلومة

∴ يمكن معرفة النسبة $\frac{د ك}{د ه}$ التي تساوي $\frac{د ب}{د ه}$.

لكن $\frac{ب}{د ه}$ معلومة

∴ يمكن معرفة $\frac{د ك}{د ه}$ وكذلك نعرف $\frac{د ك}{د ه}$ أو $\frac{د ب}{د ه}$

في المثلث ل ب د : زاوية ل ب د = 90° ، والنسبة $\frac{د ب}{د ه}$ معلومة

∴ نعرف النسبة $\frac{ل ب}{د ه}$

ومن ذلك نعرف $\frac{ل ه + ل ب}{د ه}$ أي النسبة $\frac{ل ه}{د ه}$

لكن المثلثان د ل ه ، ن ه س متشابهان ، د ه = د ن
∴ ك ه = ه م

أي أن $\frac{ل ه}{د ه} = \frac{ل ه}{د ه}$

∴ النسبة $\frac{ب}{د ه} = \frac{ل ه}{د ه}$ معلومة

وكذلك النسبة $\frac{ن س}{د ه} = \frac{ل ه}{د ه}$ معلومة

فصل

في معرفة عمل جداول لجميع اختلاف القمر (١)

فلما عرف الوجه في تحقيق هذا التعديل بطريق الخطوط وضع جداول لحمة اختلاف القمر فرتب (٢) صفيين أحدهما من واحد إلى مائة وثمانين للزيادة والآخر (٣) عكسه ورتب في الصف الثالث تعديل الأوج لتلك التدوير على منازل مركز التدوير من أوج الخارج أنه في كل منزل كم تكون زاوية تعديل الأوج ورتب في الصف الرابع تعديل الاختلاف الأول كان القمر مثلاً مركز تدويره على أوج الخارج ثم القمر يسير في اختلافه فوضع لكل قدر من مسيره في الاختلافات تعديله الذي له وهذا هو التعديل الذي يخصه (٤) في (٥) في المقابلات (٦) والكسوفات ورتب في الصف الخامس زيادات (٧) التعاديل اللاحقة بسبب كون مركز التدوير للقمر

∴ في المثلث ب س ق : زاوية $\text{س} = ٩٠$ ، والنسبتان $\frac{\text{س ب}}{\text{ق د}}$ ، $\frac{\text{ق س}}{\text{ب د}}$ معلومتان

∴ نعرف الزاوية $\text{د ب ق} = \text{م ب ر}$
 لكن زاوية م ب ر معلومة
 ∴ زاوية ر ب ح معلومة
 في المثلث ب ل ح : زاوية $\text{ل} = ٩٠$ ، زاوية ر ب ح معروفة

∴ يمكن معرفة النسب $\frac{\text{ل ب}}{\text{ح د}}$ ، $\frac{\text{ل ح}}{\text{ب د}}$ أو $\frac{\text{ح ل}}{\text{ب د}}$ ، $\frac{\text{ب ل}}{\text{ح د}}$

∴ نعرف النسبة $\frac{\text{ه ب}}{\text{ب د}} + \frac{\text{ل ب}}{\text{ب د}} = \frac{\text{ه ل}}{\text{ب د}}$

∴ في المثلث ح ل ه : زاوية $\text{ل} = ٩٠$ ، والنسبتان $\frac{\text{ح ل}}{\text{ب د}}$ ، $\frac{\text{ه ل}}{\text{ب د}}$ معلومتان

∴ يمكن معرفة زاوية ب ه ح وهي التعديل المطلوب

- (١) [فصل في معرفة عمل جداول لجميع اختلاف القمر] : غير موجود في سا ، د
- (٢) سا قويسب
- (٣) ب ، ف : والأخرى
- (٤) سا تخصه
- (٥) سا ، د غير موجود
- (٦) سا ، د المقابلات والمقارنات
- (٧) سا : زهاده

على الحضيض فوضع مركز التدوير على الحضيض^(١) وسير القمر في اختلافه وكتب ما يلحق مسيره هذا من زيادة تعديل الاختلاف على تعديله المكتوب في الصف الرابع وهذا التعديل هو ما يلحق عند التريعات ولما كان مركز التدوير قد لا يكون على أحد البعدين مختلفين بل فيابين ذلك فتعاطى بيان ما يلحق ذلك من زيادة التعديل فوضع أولاً لبيان ذلك شكلاً على قياس ما ساف فقال^(٢) لتكن^(٣) أجزاء البعد^(٤) معلومة وهي^(٥) ستون مثلاً^(٦) فتكون زاوية أ ه ب ضعف^(٧) البعد^(٨) ولنخرج خط ه م ن^(٩) مماساً على م فمثلت ه د ل القائم الزاوية تعلم نسبته ولأن د ب معلوم يصير عن قريب كما قد^(١٠) عرفت ه ب معلوماً و: ب م العمود على الماسة معلوم فزاوية ب ه م معلومة وهي زاوية غاية فضل التعديل عند^(١١) بعد مائة وعشرين زائداً على غاية التعديل البسيط يجزء وثلاث وخمسين دقيقة وكان زيادة هذا التعديل عند الحضيض جزئين وتسعاً^(١٢) وثلاثين^(١٣) دقيقة^(١٤) فإذا كان جزاء وثلاثاً^(١٥) جزء^(١٦) ستين^(١٧) يكون هذا م ب^(١٨) دقيقة (لح)

(١) [فوضع مركز التدوير على الحضيض] : غير موجود في س

(٢) س : غير موجود

(٣) س : فليكن

(٤) س ، د : التعديل

(٥) س : غير موجود

(٦) س : وسين

(٧) س : ضعفاً

(٨) (معاومة وهي ستون مثلاً فتكون زاوية ا ه ب ضعف البعد) : في هامش ب

ولكنها غير واضحة فيما عدا كلمتي (معلومة) و (زاوية)

(٩) س : ه م ن

(١٠) س ، د : غير موجود

(١١) س : عن

(١٢) ب : وتة - وفي س : غير موجود

(١٣) س : وثلاثين

(١٤) س : غير موجود

(١٥) س : وثلاثي

(١٦) س : غير موجود

(١٧) س : شيعين

(١٨) س : اثني وثلاثي

فرتب (١) الصف السادس وأثبت في كل بيت (٢) ما يلزاه العدد المكتوب في السطرين الأولين ، على أن ذلك عدد البعد وعلى أن المثلث (٣) في الصف الثاني (٤) هو زيادة التعديل الأعظم عند تلك الدرجة على التعديل الأعظم عند الأوج غير منسوب إلى أعداد التعديل بل (٥) يكون ما خرج لذلك جزء من ستين جزء من جزءين وثلاثي (٦) الذي يكون (٧) هو التعديل الأعظم عند الحضيض إذ (٨) تعذر اعتبار التسييرين معا أحدهما تسيير (٩) المركز للتلوير والآخر للقمر فاقتمع بأن سير مركز التلوير وأثبت القمر على الماسة ورتب بعد هذه الصفوف صفًا آخر وضع فيه (١٠) أنه إذا كان القمر له بعد محدود من النهاية الشمالية فكم يكون قوس عرضه أعنى القوس المنحازة بين دائرة المائل والبروج التي هي من أكبر (١١) اللواتر للمارة بقطبي (١٢)

$$\therefore \text{نعرف النسبة } \frac{ب}{د}$$

$$\therefore \text{نعرف النسبة } \frac{ب - هـ ل}{د} \text{ أى } \frac{هـ ب}{د}$$

$$\text{وفي المثلث ب هـ م : زاوية م} = ٩٠ ، \text{النسبتان } \frac{م}{د} ، \frac{هـ ب}{د} \text{ معلومتان}$$

∴ يمكن معرفة زاوية ب هـ م المطلوبة

وقد خرج في هذه الحالة الفرق بين ب هـ م وبين النهاية العظمى عند الأوج = ٥٣ ' ٩٠
لكن الفرق بيننهايتين العظميين عند الأوج = ٣٩ ' ٢

$$\therefore \text{النسبة بين الفترتين} = ٧١٠ : ١٩٨ = \text{صفر } ٤٢ \text{ } ٣٨ \text{ (بحساب الجمل)}$$

(١) ب : غير واضح

(٢) ب : غير واضح

(٣) سا : الميوون

(٤) في هامش ب : السادس

(٥) ف : في الهامش

(٦) ف : وثلاثين

(٧) ب : غير موجود

(٨) ف : إذا

(٩) سا : تسيير

(١٠) سا : فيه

(١١) ف : أكثر

(١٢) ف : بنقطتي

فلك البروج القائمة على فلك البروج بزوايا قائمة ومعرفة مقادير هذه (١) انقسم يستخرج بمثل (٢) ما استخرج به ميول درج فلك البروج لما علم الميل الأعظم وكذلك تستخرج (٣) عروض درج المائل بسهولة (٤) إذا (٥) علم العروض الأعظم وهو خمسة أجزاء بالتقريب . وإذا أردنا أن نقوم القمر أخذنا الحركات الوسطى في الطول والعرض والاختلاف من الأوج الوسط وحركة البعد بتضعيف البعد بين وسطى الشمس والقمر بحسب البالد الذى إليه القياس وبحسب التاريخ الذى (٦) منه القياس وتقطع من أيها كان ما يتم دوره حتى تبقى (٧) دون دورة واحدة فيدخل البعد المضعف في الجدولين الأولين ونأخذ (٨) تمديده من الصف الثالث ومن دقائق الصف السادس فإن كان العدد في الصف الأول زدنا التمديد على الاختلاف الذى حفظناه وإن كان في الثانى نقصناه فنكون (٩) قد عدلنا اختلاف القمر إذا لم يكن على الأوج أو الحضيض ثم ندخل ذلك في (١٠) جدول العدد ونأخذ مايلزائه من الصف الرابع والخامس وأما الذى في الصف الرابع فنحفظه وأما الذى في الصف الخامس فنضربه في الدقائق التى استخرجنا (١١) من الصف السادس ونقسمه على ستين فما خرج فهو الفضل الذى ينبغي أن يزداد على الرابع فإن كان مسير القمر المعدل في فلك التدوير أقل من مائة وثمانين نقصناه من وسط الطول والعرض للقمر وإن كان أكثر زدناه فمبلغ من الطول نلقيه من أجزاء الحاصل للقمر فحيث بلغ فهو مكانه بالحقيقة (١٢)

(١) س : هاذ

(٢) س : بميل

(٣) س : يستخرج

(٤) ف ، س : يعلم بسهولة

(٥) س ، د : لما

(٦) ف : هنا ينقطع ترتيب الكلام في سطر ٢٢ صفحة ١٠٨ من المخطوط ونجد تكمله ابتداء

من سطر ١٠ صفحة ١٠٧

(٧) س : يبقى

(٨) س ، د : فإخذ

(٩) ف : فيكون

(١٠) ف ، س : غير موجود

(١١) س : استخرجناه

(١٢) س : غير موجود

في (١) الطول (٢) وما بلغ (٣) من (٤) العرض عن النهاية الشمالية فنأخذ ما يلزاه من جدول العرض وأنت تعرف كون العرض جنوبيا وشماليا بمقدار (٥) البعد من النهاية (٦) الشمالية .

فصل

في أن الاختلاف الذي من قبل الفلك الخارج المركز ليس له قس في أوقات الاجتماعات والاستقبالات (٧)

ولما فرغ بطليموس من هذه (٨) الحملة كان قائلا له إنك قد استعملت في رسمك الكسوفات على أن مركز التلوير على أوج الحامل وعلى أن الاستقبالات والاجتماعات (٩) توجب ذلك ثم بنيت (١٠) التعديل عليه وليس الأمر كذلك في الاجتماعات والاستقبالات التي هي بالحقيقة وفيها تقع الكسوفات بل إنما يصح ذلك في الاجتماعات والاستقبالات التي بالوسط فإن الاجتماعات والاستقبالات (١١) المحققة فقد يلحق الشمس فيها (١٢) تعديل وأيضا فإن مركز التلوير قد يكون إلى أن تقع الاتصالات (١٣) بالحقيقة زائلا فيها عن الأوج فيلحق تعديل من جهة تقارب القمر من الأرض ونزوله ومن جهة محاذاته (١٤) فيبين أن ذلك الزوال لا يوجب في التعديل

(١) سا : غير موجود

(٢) سا : بالطول

(٣) [وما بلغ] : غير موجود في سا

(٤) سا : وفي

(٥) سا : لمقدار

(٦) سا ، د : الجهة

(٧) [فصل في أن الاختلاف الذي من قبل الفلك الخارج المركز ليس له قدر في أوقات

الاجتماعات والاستقبالات] : غير موجود في سا ، د

(٨) سا : هاذ

(٩) سا ، د : الاجتماعات والاستقبالات

(١٠) ف : تثبت

(١١) [التي هي بالحقيقة وفيها تقع الكسوفات بل إنما يصح ذلك في الاجتماعات والاستقبالات

التي بالوسط فإن الاجتماعات والاستقبالات] : غير موجود في سا

(١٢) سا ، د : فيها

(١٣) سا : الاتصال

(١٤) سا : د : المحاذاة

تفاوتا يعتد به لاذ كان ما يلحق هذا الزوال من التعديل هو أحد شيئين لأنه إما أن يقع من جهة تقارب (١) مركز التدوير من الأرض وإما أن يقع من جهة اختلاف المحاذاة وحيث يوجب أحدهما غاية التعديل الذي يخصه فإن الآخر لا يوجب معه قدرا محسوسا لأن غاية فضل التعديل الذي يوجبه اختلاف الأوج هو (٢) عندما يكون عند (٣) الأوج من التدوير أو الحضيض وأما عند البعدين الأوسطين فلا يوجب أمرا يعتد به وغاية فضل التعديل الذي (٤) يوجبه التفاوت هو عند الخط المماس ومنالك لا تكون للمحاذاة فضل تعديل يعتد به فليكن فلك خارج وتدوير على ما شكل مرارا وليكن التدوير زائدا (٥) بقوس أ ب ولأنه (٦) إما أن تكون الشمس بالحقيقة على المقاطرة أو بالحقيقة على المقارنة ويكون أكثر ما يقع من الخلاف بين الوسيطين لمجموع (٧) التعديلين لأحدهما زائدا (٨) والآخر ناقصا (٩) وليكن للشمس (١٠) غاية تعديلها (١١) زائدا وهو جزءان (١٢) وثلاث (١٣) وعشرون (١٤) دقيقة وللقمر غاية تعديله الذي من الخط المماس ناقصا وهو (١٥) فهذا هو غاية البعد بين وسطيها أو غاية البعد بين (١٥) وسط (١٦) أحدهما ومقاطرة (١٧) وسط الآخر فضعف

(١) ف : سا : تفاوت

(٢) ف : وهو

(٣) سا : غير ووجد

(٤) ف : ينقطع ترتيب الكلام في سطر ٤٢ صفحة ١٠٧ من المخطوط وتكملته ابتداء من

سطر ٢٢ صفحة ١٠٨

(٥) سا : زائلا

(٦) ف : فلأنه

(٧) ف : بمجموع

(٨) سا : ناقصا

(٩) سا : زائدا

(١٠) سا : الشمس

(١١) سا : تعديله

(١٢) سا ، د : جزئين

(١٣) ب ، سا ، د : وثلاثه

(١٤) سا ، د : وعشرين

(١٥) [وسطيها أو غاية البعد بين] : في هامش ب

(١٦) سا : بعد وسط

(١٧) سا : ومقاطر

جزء من ستة عشر جزءاً من ساعة وقد يقع مثل هذا التفاوت في نفس الأرصاد

لكن النهاية العظمى لتعديل الشمس عند القدام $= ٢٣' ٢''$
(ملحوظة : النهاية العظمى الحديثة لتعديل المركز $= ٤٥' ١''$ ولتعديل الاستواء $= ٣٠' ٢''$
والنهاية العظمى لتعديل القمر $= ١' ٥''$

لكن الفرق المرئي بين القمر والشمس عند الكسوف أو الخسوف = صفر أو $١٨٠''$
∴ الفرق الوسط لن يزيد على $٧' ٢٤''$ أو $١٨٧' ٢٤''$ وهو البعد بين الشمس والقمر
لكن بعد مركز التدوير عن أوج الخارج = ضعف البعد بين الشمس والقمر
 $= ١٤' ٤٨''$ في الحالتين

وفي شكل (٩٥) $ا ب ح$ الخارج ومركزه نقطة $د$ ، $ط ح ل$ التدوير ومركزه نقطة
 $ب$ ، ونقطة $هـ$ هي مركز البروج .
∴ زاوية $ا ب د = ١٤' ٤٨''$

والنهاية العظمى لتعديل القمر هي عندما يكون عند $ط$ حيث $هـ ط$ المماس للتدوير
والمطلوب اثبات أن هذه النهاية العظمى لا تختلف كثيراً عن النهاية العظمى لو كان التدوير عند أوج
الخارج $ا$.

لذلك نزل العمود $د م$ من نقطة $د$ على $ا ب$
ففي مثلث $د هـ م$: زاوية $م = ٩٠$ ، زاوية $هـ = ١٤' ٤٨''$ ، والنسبة $\frac{د هـ}{د م}$ معلومة

∴ يمكن معرفة النسبتين $\frac{د م}{د ب}$ ، $\frac{د م}{د ح}$

وفي المثلث $د م ب$: زاوية $م = ٩٠$ ، النسبة $\frac{د م}{د ب}$ معلومة

∴ نعرف النسبة $\frac{د م}{د ب}$

ومن ذلك نعرف النسبة $\frac{د م + د ب}{د ب} = \frac{د م}{د ب} + ١$

وفي مثلث $د ط ب$: زاوية $ط = ٩٠$ ، النسبتان $\frac{د ط}{د ب}$ ، $\frac{د م}{د ب}$ معلومتان أي أن

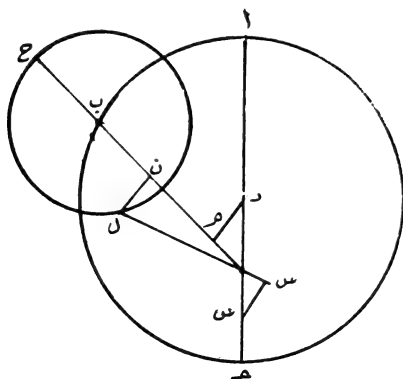
النسبة $\frac{د ط}{د ب}$ معلومة

∴ نستطيع معرفة زاوية $ط هـ ب$ النهاية العظمى لتعديل

ومن الحسابات خرجت قيمة هذه الزاوية $٣' ٥''$

∴ الفرق بينها وبين النهاية العظمى لتعديل حد الأوج $= ٢'$ وذلك قدر ضئيل

وقوعا لا يضبطه التحرز- فهذا ما يقع بسبب اقترانات مركز التلوير في الخارج (١) وأما الذى يقع بسبب محاذاة الأوج فقد بين أيضا بشكل آخر أنه لا يكون بحيث يؤثر أثرا يعتد به فليكن القمر عند ل هو الحضيض الوسط فتكون زاوية أ ه ب (٢) تشمل (٣) على قريب من (٤) ضعف اختلاف الشمس وذلك لأن انحرافه لا يكون له في هذا الموضع فضل اختلاف أول محوس فيكون إن كان ولا بد فهو للشمس فيكون البعد بين وسطهما بذلك فتكون زاوية أ ه ب توتر (٥) ضعف ذلك ولنوصل ه ل ونخرج



شکل (۹۶)

من د علی هب عمود د م ومن ر علی هب عمود ر س ومن ل (۶) عمود ل ن
فتعرف (۷) هب ، ب ر (۸) علی ماندری (۹) ونعرف (۱۰) مثلث ر س ب (۱۱)

- (١) سا ، د : الخارج المركز
(٢) ف : انقطع الكلام في آخر صفحة ١٠٨ من المخطوط وابتدأ في أول صفحة ١٠٧
(٣) سا : غير موجود
(٤) سا : معلوم من
(٥) سا : تؤخر
(٦) ف : ن
(٧) سا : فيعرف
(٨) سا : غير موجود
(٩) سا : ندوى
(١٠) سا - وبقي
(١١) سا ، هـ : - س

ويكون نسبة رب المعلوم إلى رس وإلى س ب مثل نسبة بل المعلوم إلى لن
وإلى (١) ن ب (٢) فتعرف (٣) لن (٤) ، ن ب (٥) و. ثا (٦) لن ه ن (٧)
فتعرف (٨) زاوية ب ه ل وخرجت بالحساب أربع دقائق (*) ولا يقع به من الخطأ
ما يبلغ ثمن (٩) ساعة وغير مستنكر أن يلحق هذا الخطأ نفس الأرصاد .

فصل

في اختلاف المنظر الذى يعرض للقمر (١٠)

قد عرفت قبل هذا مامعنى اختلاف منظر القمر فيجب الآن أن نحصل وتعرف (١١)
كيف يمكننا (١٢) أن نعرف موضعه الحقيقي من موضعه المرئى وبالعكس واعلم أن

-
- (١) سا : غير موجود
(٢) ف ، سا : ع ب
(٣) سا : فيعرف
(٤) ف : غير موجود
(٥) ف : ع ب - وفى سا : غير موجود
(٦) ف : ينتهى سياق الكلام في سطر ١٠ صفحة ١٠٧ من المخطوط وتكملته من سطر ٤٢
صفحة ١٠٧

- (٧) ف : ل ه ر
(٨) سا : فيعرف
(٩) تابع الكسوف والخسوف : في شكل (٩٦) نفرض أن نقطة ل هى المنخفض الوسط حيث
يوجد القمر ، فى هذا الموضع يكون فضل الاختلاف الأول كمية صغيرة

∴ زاوية ا ب ج = ضعف اختلاف الشمس تقريبا

نصل ه ل ونزن من نقطة د العمود ه ب على دم ، ومن نقطة ر العمود رس على ه ب ، ومن
نقطة ل العمود ل ن .

فيمثل ما سبق تعرف ه ب ، ع ر

المثلثان رس ب ، لن ب متشابهان

$$\therefore \frac{ل ب}{ر ب} = \frac{ل ن}{ر ن} ، \frac{ل ب}{ل ن} = \frac{ر ب}{ر ن}$$

∴ يمكن معرفة كل من لن ، لن ب

ومن لن ب نعرف ه ن - ه ب - لن ب

∴ المثلث ل ه ن يصبح معروفا ومنه نعرف زاوية ب ه ل

وقد خرجت هذه الزاوية بالحسابات ٤' وهو مقدار ضئيل

(٩) سا : ع ر

(١٠) [فصل في اختلاف المنظر الذى يعرض للقمر] : غير موجود فى ب ، سا ، د

(١١) سا ، د : فتعرف

(١٢) ف : ينتهى سياق الكلام في آخر صفحة ١٠٧ ويستأنف من أول صفحة ١٠٦

معرفة ذلك متوقعة على معرفة أبعاده (١) من الأرض (٢) ومعرفة الأبعاد متوقعة على أن نعرف اختلافا ما لنظر القمر فنعرف (٣) منه البعد ثم نعرف (٤) منه (٥) سائر الاختلافات قال وأما أبرخس (٦) فإنه ابتداءً فحصره (٧) من قبل الشمس فإنه سيظهر لك من أعراض تعرض للزيرين أن لك أن تعرف (٨) بعد (٩) أيها شئت من معرفتك ببعد الآخر فكان أبرخس يتأمل أولاً حال بعد الشمس ثم يتعرف منه حال بعد القمر وإنما يمكن (١٠) من استخراج (١١) بعد القمر بأن ابتداءً أولاً فوضع (١٢) اختلاف منظر محسوس ولكنه قليل جداً وإن (١٣) كان قد ناقض هذا الرأي فزعم في اعتبار بعض الكسوفات الشمسية اختلاف منظر أصلاً ثم عاد وزعم (١٤) أن لها (١٥) اختلاف منظر صالح فكما أنه قد وقع له في نفس اختلاف المنظر اضطراب قول فكذلك وقع له في تقدير أبعاد القمر اضطراب ثم أن بطليموس ابتداءً بتعليم صنعة آلة صالحة لرصد الأبعاد وهي التي نسميها ذات الشعبتين وصنعها (١٦) على ما أقول تتخذ مسطرتان من نحاس (١٧) يحيط بكل واحدة (١٨) منها (١٩) أربعة سطوح

(١) سا : أبعاد

(٢) في هامش ١ : أي نسبة أبعاده إلى نصف قطر الأرض

(٣) سا : فيعرف

(٤) سا : يعرف

(٥) سا ، د : غير موجود

(٦) سا : انورخس

(٧) سا ، فحصر

(٨) سا ، د : يتعرف

(٩) سا : غير موجود

(١٠) سا : يمكن

(١١) [بعد الشمس ثم يتعرف منه حال بعد القمر وإنما يمكن من استخراج] : مكرر في ما

(١٢) سا ، د : فوضع أن الشمس - وفي هامش ٢ : أن الشمس

(١٣) سا : فإن

(١٤) سا ، د : فزعم

(١٥) سا : له

(١٦) ف : وصنعها

(١٧) [من نحاس] : غير موجود في سا ، د

(١٨) سا : غير موجود

(١٩) سا : منها

مسطحة كل متوازيين ^(١) متساويان والذي في العرض قريب من ثلاثة أضفاف
الذى في الثخن والذي في الثخن قريب من ثخن خنصر وتركب إحدهما ^(٢)
على الأخرى ^(٣) عند طرفها ^(٤) تركيبا على محور أو نرمادجة يمكن أن تقام
إحدهما ^(٥) وتدار الأخرى والتي ^(٦) نختارها ^(٧) للإقامة منها نجعل عليها ^(٨)
لبنى ^(٩) الشاقول وأما الأخرى فنجعل على أحد سطحها ^(١٠) شطيتين ^(١١)
مقابلتين ^(١٢) متساويتين ^(١٣) الطول والعرض كلبتى الاسطرلاب تباعد ما بينهما
ما أمكن ونثقب ^(١٤) فى التى ^(١٥) تلى ^(١٦) الطرف المرسل ثقباً ضيقاً ^(١٧) جدداً
ونثقب ^(١٨) فى التى ^(١٩) عند ^(٢٠) المحور ثقباً أوسع بقدر ^(٢١) ما نرى ^(٢٢)
فيه من اللبنة الأخرى جميع جرم القدر بالتام ونخط ^(٢٣) فى وسط ^(٢٤) كل واحدة من

-
- (١) سا ، د : متوازيين منها
(٢) هـ : أحدهما - وفى سا : أحدهما
(٣) سا : الآخر
(٤) سا : طرفه
(٥) هـ : أحدهما - وفى ف ، سا : أحدهما
(٦) سا : والذي
(٧) سا : نختاره
(٨) سا : عليه
(٩) ف : لبنتا
(١٠) سا : [سطحيه] فى الماشر
(١١) ف ، سا : شطيتان
(١٢) ف ، سا : مقابلتان
(١٣) ف ، سا : متساويتا
(١٤) ف : ويشق - وفى سا : غير واضح
(١٥) سا : الذى
(١٦) ف ، سا : يلى
(١٧) سا : صيفا
(١٨) ف : ويشق
(١٩) سا : الذى
(٢٠) سا : يلى
(٢١) سا ، د : بمقدار
(٢٢) ف : يرى
(٢٣) سا : ونخط
(٢٤) سا : وسطه

الشظيتين (١) العريضتين (٢) خطا قاسما لها (٣) بنصفين ثم نقسمها (٤) ستين جزءا وكل جزء (٥) بدقائقه ونجعل على الطرف المرسل مسطرة مستوية تدور (٦) عليه (٧) بحيث إذا أقيمت المسطرتان الأولتان إحداها (٨) على الأخرى بزاوية قائمة أمكن لهذه (٩) الثالثة (١٠) أن تصل (١١) بينهما فنقيم التي لا شظية (١٢) عليها (١٣) على موضع مسطح من الأرض إقامة تكون عمودا على سطح الأفق ونعرف ذلك بتعليق (١٤) الشاقول من الجنبتين المذكورتين من جميع جوانبها فإذا نصبناها كذلك أحكمنا النصب حتى لا يزول (١٥) ونجعل الأخرى بحيث تدور (١٦) عاها في سطح نصف النهار إذ نكون قد تقدمنا فاستخرجنا خط نصف النهار ونجعل الطرف الذي عليه المحور إلى (١٧) السماء والطرف الآخر إلى (١٨) الأرض فإذا أردنا أن نرصد عرض القمر في دائرة نصف النهار وبعده من مدار (١٩) الشمس (٢٠) فلما نرصد (٢١) القمر من عضادتي المسطرة المتحركة بأن نرى

(١) ف : المسطرتين

(٢) [كل واحد من الشظيتين العريضتين] : غير موجود في سا

(٣) ٠ : إياها - وفي سا : إياه

(٤) سا : نقسمه

(٥) [وكل جزء] : غير موجود في سا

(٦) سا : يدور

(٧) ف ، سا : عليه طولها

(٨) ٠ : أحدها - وفي سا : أحدها

(٩) ف ، سا ، د : هذه

(١٠) ٠ ، سا ، د : الثلاثة

(١١) سا : تصل

(١٢) سا ، د : لا شظيتين

(١٣) سا ، د : عليها

(١٤) سا : بتعريف

(١٥) سا : لا تزول

(١٦) ف : يدور

(١٧) سا : [المحوِّز] بدلا من [المحور]

(١٨) سا : ٠

(١٩) سا : غير موجود (٢٠) سا : الشمس

(٢١) [عرض القمر في دائرة نصف النهار وبعده من مدار الشمس فلما نرصد] : غير موجود

في ف - وموجود في هامش ٠

في الثقبين (١) جميعا ثم نعتبر مقدار الزاوية الحادثة بين المسطرتين بأن نركب الخط المقسوم من المسطرة الثالثة على طرفي الخطين المقسومين على المسطرتين وهما خطان متساويان فما انقطع بينهما من المسطرة الثالثة فهو (٢) وتر القوس الذي (٣) ينحاز (٤) فيما بين سمت الرأس وبين مكان القمر المرئي من دائرة نصف النهار وهي الدائرة المارة بقطبي (٥) معدل النهار وقد يتفق أن تكون هي المارة بقطبي (٦) البروج إذا كان القمر على المنقلين وتكون هذه الدائرة برسم (٧) العرض وأولى الانقلابين لرصد العرض هو الصيفي وأولى النهايتين هي الشمالية فإن القمر إذا كان هكذا (٨) لم يكن له من اختلاف المنظر ما يكون له في الطرف المقابل (٩) ولما رصد بأسكندرية على الشرائط المذكورة وجد بعد مركز القمر من سمت الرأس جزئين وثمانى دقائق (١٠) وتكون العروض المرصودة في أزمنة مختلفة متشابهة عند الحس هي (١١) خمسة أجزاء وأما لرصد اختلاف المنظر فأولى الانقلابين هو الشتوى وأولى (١٢) النهايتين هي الجنوبية فإن اختلاف المنظر يزيد مع زيادة البعد عن سمت الرأس ويكون غاية (١٣) زيادته حيث ما يكون غاية البعد فمن الأرصاد الدالة على استخراج حال اختلاف (١٤) المنظر رصد اتفق وكادت (١٥) الشمس تغرب

(١) هـ : غير واضح

(٢) هـ : وهو - وفي سا : فهي

(٣) سا : التي

(٤) سا : تنحاز

(٥) سا : بقطبي

(٦) سا : بقطبي

(٧) سا : ترسم

(٨) سا : غير موجود

(٩) سا : المقابل

(١٠) [ولما رصد بأسكندرية على الشرائط المذكورة وجد بعد مركز القمر من سمت الرأس

جزئين وثمانى دقائق] : غير موجود في سا

(١١) سا : هي

(١٢) ف : ينتهى سياق الكلام في آخر صفحة ١٠٦ وتكملته أول صفحة ١٠٥

(١٣) سا : عادة

(١٤) سا : غير موجود

(١٥) سا : وكان

وكان بعد القمر في دائرة نصف النهار عن سمت الرأس خمسين جزءا ونصفها (١)
 وثلاثا (٢) وجزءا (٣) من اثني عشرة (٤) من جزء وكان (٥) تاريخ التحصيلات
 والتقويم يوجب أن تكون الشمس في الميزان (٦) بالحقيقة (٥ كح) والقمر بالحقيقة
 في الجدى (حى) وفي العرض على (سندم) (٧) من النهاية (٨) الشمالية وعرضه
 في الشمال (د نط) (٩) وميل النقطة التي كان عليها من البروج (كح مط) (١٠)
 وبعد معدل النهار عن سمت الرأس وهو عرض البلد حيث كان هذا الرصد وهو (١١)
 أسكندرية (١٢) (ل ي ج) (١٣) وكان بعد القمر الخفى عن سمت الرأس (١٤)
 هو مجموع عرض البلد وميل الدرجة منقوصا منه عرض القدر وذلك تسعة وأربعون
 جزءا وثماني (١٥) وأربعون دقيقة وكان بعده المرئى (ن نه) (١٦) باختلاف (١٧)
 المنظر إذ (١٨) نحو جزء واحد وسبع دقائق وهو كله في العرض وليس منه في
 الطول ما يعتد به فإن الدرجة في أوائل الجدى والرصد للقمر هو (١٩) بقرب نصف
 النهار .

-
- (١) سا ، د : ونصف
 (٢) سا ، هـ : وثلاث
 (٣) سا ، د : وجزء
 (٤) سا ، د : اثني عشر
 (٥) سا : أو كان
 (٦) سا : الميراث
 (٧) ف : سيدم - وفي سا : رس
 (٨) [من النهاية] : غير موجود في سا
 (٩) ف ، سا ، د : ديط
 (١٠) ف : عم مط - وفي سا : يح مط
 (١١) هـ : هو
 (١٢) سا ، د : الاسكندرية
 (١٣) ف ، سا : ل لح
 (١٤) [عن سمت الرأس] : غير موجود في سا
 (١٥) هـ ، سا ، د : وثمانية
 (١٦) ف : في به - وفي سا : فاه
 (١٧) سا : واختلاف
 (١٨) سا : إذا
 (١٩) سا ، د : وهو

فصل

في تبين أبعاد القمر (١)

فلتكن دائرة أب للأرض ودائرة ج د فللك يمر بمركز القمر ومركزه مركز الأرض ودائرة هـ ر دائرة لا تقبل الأرض عندها اختلاف منظر وليكن القمر على نقطة د و : ك مركز الأرض ومركز كل دائرة ونخرج (٢) ك د إلى ح من دائرة هـ ر وليتكن (٣) نقطة أ مكان (٤) الراصد وخط أ د ط خط الرصد فيكون (٥) ط ح اختلاف المنظر و : ط مكان القمر عند الرؤية و : ح مكانه الحقيقي (٦) ولنخرج ك ا ح هـ إلى سمت الرأس ولنخرج (٧) خط أ ر موازيا لخط ك ح فتكون زيادة ر ط على ح ط غير محسوسة لأن قطر الأرض لا يفعل في دائرة هـ ر أثرا محسوسا وزاوية هـ ك ح (٨) معلومة لأنها (٩) تؤثر (١٠) البعد الحقيقي (١١) المعلوم فتكون زاوية هـ أ ر (١٢) معلومة وزاوية هـ أ ط معلومة لأنها التي للبعد المرئي تبقى زاوية رأ ط معلومة بالرصد وهي مثل زاوية أ د ك (١٣) فلنخرج من نقطة أ عمود أ ل على ك ح فيصير مثلث أ ك ل معلوم النسب بحسب أ ك وهو نصف قطر الأرض وأيضا مثلث أ د ل معلوم الزاويتين (١٤) أي القائمة وزاوية أ د ل (١٥) وضلع أ ل فزاوية (١٦) د أ ل (١٧)

(١) [فصل في تبين أبعاد القمر] : غير موجود في سا ، د

(٢) سا : ويخرج (٣) سا : وليكن

(٤) سا ، د : مقام

(٥) سا : فتكون

(٦) سا : الحى

(٧) ف : غير موجود

(٨) سا : ل هـ

(٩) سا : لا

(١٠) سا : تؤثر

(١١) ف : ب : الحى

(١٢) سا : د ل

(١٣) سا : ا ل هـ

(١٤) سا : زاويتين

(١٥) [معلوم الزاويتين أي القائمة وزاوية ا د ل] : في هامش ف

(١٦) [ا د ل وضلع ا ل فزاوية] : غير موجود في سا

(١٧) سا : ب ا ل

يمكن أن نستخرج (١) من ذلك نسبة أبعاده عند الاتصالات والتربيعات ونسبة قطر فلك تلويره إلى قطر الأرض فليخط شكل خارج المركز والتلوير وليكن القمر على ل من التلوير ولنوصل من القطر (٢) خطوطا (٣) على مثال ما سلف ولنخرج عمودا (٤) د م ، رن (٥) وقد كان موضع القمر من الاختلاف معلوما في هذا الرصد وكان (٦) بعد القمر من الأوج الوسط (ر س ب ك) (٧) ومن ك التي هي الحضيض الوسط باقي الأجزاء بعد نصف الدائرة (٨) وهي (ف ب ك) (٩) لكن ط ك وهو تعديل ما بين الحضيضين قد (١٠) خرج بالحساب الذي له تمام تسعين من (ف ب ك) (١١)

في المثلث ا ل ل : زاوية ل = ٩٠ ، زاوية ل معلومة

$$\therefore \text{نعلم النسب } \frac{\text{ل ل}}{\text{ا ل}} ، \frac{\text{ل ل}}{\text{ا ل}}$$

وفي المثلث ا ل د : زاوية ل = ٩٠ ، زاوية ا د ل معلومة

$$\therefore \text{نعلم النسبة } \frac{\text{د ل}}{\text{ا ل}} \text{ اى } \frac{\text{د ل}}{\text{ا ل}} . \frac{\text{ا ل}}{\text{ا ل}}$$

لكن $\frac{\text{ا ل}}{\text{ا ل}}$ معلومة $\therefore \frac{\text{د ل}}{\text{ا ل}}$ تصبح معروفة

$$\text{ومن ذلك ينتج النسبة } \frac{\text{د ل} + \text{ل ل}}{\text{ا ل}} \text{ اى } \frac{\text{د ل}}{\text{ا ل}}$$

وذلك هي نسبة بعد القمر عن مركز الأرض إلى نصف قطر الأرض

وكانت نتيجة الأرصاد أن هذه النسبة = ٣٩,٧٥

ولمقارنة هذه النسبة بالحقيقة نذكر أن :

متوسط نصف قطر الأرض المقاس حديثاً = ٦٣٦٧ كيلو متراً

ومتوسط بعد القمر عن الأرض = ٣٨٤٤٠٠ كيلو متراً

\therefore النسبة = ٦٠ تقريباً

(١) سا : يستخرج

(٢) سا : النقطة

(٤) سا : عمود

(٥) سا : ا د م ، رن

(٦) ف . سا . د : فكان

(٧) سا : د س ب ل

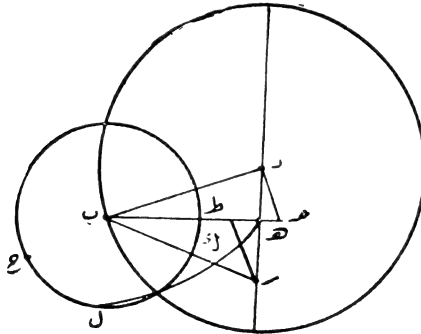
(٨) [بعد نصف الدائرة] : غير موجود في ما

(٩) سا : ف ب ر

(١٠) ف : وقد -- وفى سا : فقد

(١١) سا : ب ل

وهو (ر م) (١) فكان جميع قوس ل ك ط تسعين جزءا فكانت (٢) زاوية
ل ب ط (٣) قائمة ولأن زاوية أ ه ب التي لضعف البعد معلومة يصير مثلث (٤)
د م ه مساويا (٥) ومساويا (٦) لمثلث (٧) ه ر ن (٨) ومعلومى (٩) النسب (١٠) وكذلك (١١)
يصير مثلث د ه ب (١٢) من ضلعين وقائمة معلوما (١٣) وتكون نسب د ب ، ه ب
وسائر الخطوط معلومة ولأن زاوية ه ب ل قائمة وضلعى (١٤) ه ب ، ل ب
معلومان يصير (١٥) ه ل معلوم النسبة إلى ب ل وكان معلوم النسبة في الشكل الأول إلى



شكل (٩٨)

نصف قطر الأرض ف : ب ل وهو نصف قطر التدوير و : د ب وهو نصف قطر

(١) سا : د : [تسعة أجزاء وثلاثان] بدلا من [ر م]

(٢) ف : فكاف

(٣) سا : ل ر ط

(٤) سا : مثلثا

(٥) سا : مساوية

(٦) سا : التشابه

(٧) سا : ومثلث

(٨) سا : ه ر ر

(٩) سا : معلومى

(١٠) ف : ينتهى سياق الكلام في آخر صفحة ١٠٤ وتكملته أول صفحة ١٠٣

(١١) ه : غير واضح

(١٢) سا : د م ه

(١٣) ف ، سا : غير موجود

(١٤) ه ، سا ، د : وضلوا

(١٥) سا : فيصير

الخارج و : هـ أ وهو بعد الاتصالات الوسطى و : هـ ح وهو بعد التربيعات الوسطى والاتصالات (١) كل ذلك معلوم نسبتها (٢) إلى نصف قطر الأرض (*)

(١) ف ، س ، د : الواصلان - وفي ب : [الواصلان] وفوقها [الواصلات]

(٢) س : نسبتها

(٣) تعيين عناصر مدار القمر بالنسبة لنصف قطر الأرض :

في شكل (٩٨) ا ب ح الخارج ومركزة نقطة د ، ومركز البروج نقطة هـ ، ج ل ط التدوير على مركز ب . ولنفرض أن ل موضع القمر في التدوير ، ونقطة ج هي الحضيض الوسط ، ونقطة ط هي الحضيض المرتب .

والمطلوب تعيين ب ل ، هـ ا ، هـ ح ، د ب بالنسبة إلى نصف قطر الأرض .

وقد اختار ابن سينا لذلك رسدا معينا تم بمدينة الإسكندرية حيث كان بعد القمر عن الحضيض المرتب = ربع دائرة أي أن زاوية ل ب ط = ٩٠°

نصل د ، ب ط هـ ، ب ل ج ر ، هـ ل وننزل العمودين د م ، ر ن على هـ ب .
∴ زاوية ا ب د معلومة

∴ د هـ م = ١٨٠ - ا ب د معلومة

في مثلث د م ن : زاوية م = ٩٠ ، زاوية هـ معلومة

∴ يمكن معرفة النصف $\frac{د م}{د هـ}$ ، $\frac{د م}{د ب}$ أي $\frac{د م}{د هـ}$ ، $\frac{د م}{د ب}$

وفي مثلث د م ب : زاوية م = ٩٠ ، النسبة $\frac{د م}{د ب}$ معلومة

∴ نستطيع معرفة النسبة $\frac{ب م}{د ب}$

أي يمكن معرفة النسبة $\frac{ب م - د م}{د ب}$ أي $\frac{ب ل}{د ب}$

وفي مثلث هـ ب ل : زاوية ب = ٩٠ ، النسبتان $\frac{ب ل}{د ب}$ ، $\frac{ب م}{د ب}$ معلومتان

∴ نعرف النسبة $\frac{ب ل}{د ل}$ أي $\frac{ب ل}{د ب}$

لكن المعروف مما سبق قيمة هـ ل بالنسبة لنصف قطر الأرض

∴ نعلم ب ل بالنسبة لنصف قطر الأرض ومن ذلك نعرف ب د

لكننا نعلم $\frac{د هـ}{د ب}$

∴ نعرف د هـ بالنسبة لنصف قطر الأرض وإذا جمعناها إلى د لى يساوى د ب يخرج

لنا د هـ وبالمثل د ح

فخط ه أ هو (نظ) (١) وخط ه ح (٢) هو (لح مح) (٣) وخط ب ل (٤) هو (ه ي) : ه ل : (لط مه) (٥) قال ومن معرفة هذه الأبعاد والزوايا التي تقع عند البصر يمكن أن نستخرج بعد الشمس ومقدارها (٦) فإننا إذا رصدنا أوساط الكسوفات وارتفاعاتها بقياساتها إلى الكواكب الثابتة المصححة الطول والعرض أو إلى الشمس (٧) أمكننا أن نحقق الأوقات المتوسطة للكسوفات ويتحقق منها الطول والعرض وأما الآلات التي تعرف بها الأوقات باعتبار عبارات (٨) الماء أو بأزمان مطالع الاستواء فلا يتوصل (٩) إلى تحقيق الأمر من ذلك .

فصل

في مقادير أقطار الشمس والقمر والظل
التي ترى في الاجتماعات والاستقبالات (١٠)

أما كيفية استخراجها بعد (١١) الشمس فقد تقدم أولا فقال (١٢) إن الشمس قد رصد قطرها بذات الشعبين بأن (١٣) ينظر من شعبتيها معا وتعتبر (١٤) الزاوية الواقعة بينهما (١٥) فكان لا يختلف قدرها في جميع أبعادها وأما القمر فقد كان يختلف

-
- (١) سا : يط
(٢) سا : [و : ح ط ، ه >] بدلا من [وخط ه ح]
(٣) سا : ل ح مح
(٤) سا : ل م
(٥) [ه ل : (لط مه)] : غير موجود في سا
(٦) سا : ومقداره
(٧) ف : الشمال
(٨) سا عبارات
(٩) ف ، يوصل
(١٠) [فصل في مقادير اقطار الشمس والقمر والظل التي ترى في الاجتماعات والاستقبالات] :
غير موجود في سا ، د
(١١) سا ، د ل بعد
(١٢) سا ، د وقال
(١٣) سا غير موجود
(١٤) سا د يعين
(١٥) سا يونها

قطره (١) عند الزاوية بحسب أبعاده (٢) فكان (٣) يرى (٤) مساويا (٥) للشمس عند بعده (٦) الأبعد وفيها دون ذلك يرى (٧) أكبر (٨) منها وأما القدماء فقد حكموا أنه إنما يرى مساويا للشمس عند بعده الوسط وكانوا أيضا قد غلطوا في مقدار (٩) مساحة الزاوية التي ترى عليها الشمس قال فينا وجدناها أصغر مما ذكروا وإن كان تقدير هذه (١٠) المساحة غير محتاج إليه في تحقيق بعد الشمس وعظمتها (١٩) فإن تقدير بطليموس لقطر الشمس (١٢) لم (١٣) يكن من جهة مساحة زاوية المسطرة فإن ذلك مما يعسر ضبطه وتحقيقه ولكن بكسوفات قمرية على ما سنوضح بعد واعتبار الرصد بهذه المسطرة إنما ينفع (١٤) في الدلالة على تساوى زاوية رصد الشمس وزاوية رصد القمر فإنهما إذا رؤيا معا (١٥) على زاوية واحدة لم يقع من ذلك خطأ في الحكم بتساويهما في ذلك البعد من القمر وأما تقدير هذه الزاوية ومساحتها من الآلة فذلك يعرض فيه (١٦) غلط كثير (١٧) ولما كان كذلك لم يعتبر من حال هذه الزاوية مساحة القطرين بل تساويهما بحسب الرؤية فقط وقد يعين (١٨) في ذلك كسوفات شمسية تامة (١٩) فإنها قد تكون في بعض الأوقات ذات (٢٠) مكث

(١) سا	قطرها	(٢) سا	أبعدها
(٣) سا	فكانت	(٤) سا	ترى
(٥) سا	مساوية		
(٦) سا	بعدها		
(٧) سا	ترى		
(٨) سا	أكثر		
(٩) سا	غير موجود		
(١٠) سا	غير واضح		
(١١) سا :	وغلطه		
(١٢) [لقطر الشمس] :	غير موجود في سا		
(١٣) ف	لو لم		
(١٤) ف	يقع		
(١٥) سا	، د	غير موجود	
(١٦) سا	غير موجود		
(١٧) سا :	كبير		
(١٨) سا	يعين		
(١٩) سا	غير موجود		
(٢٠) ف	في الهامش		

وفي بعضها لا يكون لها مكث وإذا كان لها مكث علم أن قطر القمر بالرؤية أعظم لاعتالة من قطر الشمس لأنه (١) يتحرك (٢) تحتها (٣) إلى مفارقتها (٤) وهو بعد لها (٥) ساتر وإذا لم يكن مكث (٦) فحينئذ يكون القطران متساويين في الرؤية فإنه لو كان قطر القمر أصغر لما كانت الشمس تنكسف بكليتها ولو كان قطر الشمس أصغر لكان يكون لتمام الكسوف مكث ولم يوجد كسوف شمسي (٧) والقمر عند البعد الأبعد إلا (٨) ولم يكن له مكث وكانت كسوفاته النامة التي في الأبعاد الوسطى والقريبة من الأرض ذات مكث فثبت من هذا أن قطره في البعد الأبعد مساو لقطر الشمس وأما مقدار القطرين فقد بين له وجه (٩) امتحان من كسوفين أحدهما قد كان انكسف ربع قطره من جهة الجنوب وكان حساب التقويم من جهة الشمس (١٠) والقمر جميعا يوجب أن يكون القمر بعده من العقدة طك وكان قريبا من أوج التدوير إذ كان البعد (١١) بينهما قريبا من عشرين درجة لاسبع دقائق ولا محالة أن مركز التدوير يكون قريبا من أوج الحامل فكان (١٢) هذا البعد عن العقدة في هذا القطع من المخروط الذي هو عند قرب القمر من أوج التدوير الذي هو على قرب من أوج الحامل يوجب هذا القدر من وقوع قطر القمر (١٣) في الإظلام والثاني كسوف شمالي كسف فيه مقدار نصف قطر القمر أوجب تقويم الشمس والقمر أن يكون البعد من العقدة (و مع) (١٤) والبعد من أوج التدوير قريبا من البعد الأول إذ كان ما بينهما (١٥) ثمانية وعشرون (١٦) جزءا وخمس دقائق وهذا التفاوت لا يؤثر في البعد عن الأرض

-
- (١) ما لأنها (٢) سا تتحرك
 (٣) سا تحتها
 (٤) سا : مفارقتها
 (٥) سا لد
 (٦) سا ، د : لها مكث
 (٧) سا : غير موجود
 (٨) سا : لا
 (٩) ف : ينتهي سياق الكلام في المخطوط في آخر صفحة ١٠٤ وتبكلته أول صفحة ١٠٣
 (١٠) سا ، د : [القطر فيه] بدلا من [ربع قطره]
 (١١) [من جهة الشمس والقمر جميعا يوجب أن يكون القمر بعده من العقدة طك] وكان قريبا من أوج التدوير إذ كان البعد : غير موجود في سا
 (١٢) سا في الهامش
 (١٣) سا ، د التدوير
 (١٤) ف رمح - وفي سا رمح
 (١٥) في هامش ف : [ما بينهما عشرين]
 (١٦) سا ، د وعشرين

ما يعتد به فهذا القدر من البعد عن العقدة يوجب أن يكون الكسوف واصلا إلى مركز دائرة جرم القمر وعرض القمر في المقام الأول يكون (ح م ج ل) وعرض القمر في المقام الثاني يكون (ه م م) ^(١) والفضل بينهما (ح ر ن) ^(٢) وربع قطر القمر يعدل (ح ر ن) ^(٣) فالقدر ^(٤) بأسره ^(٥) في هذا المقام يوتر ^(٦) من أعظم ^(٧) الدوائر (ح ل ك) ^(٨) ونصف قطر المخروط في هذا الموضع يوتر ^(٩) العرض ^(١٠) المكتوب في الرصد الثاني إذ كان الكسوف تأدى ^(١١) إلى مركز دائرة القمر ومركز المخروط هو ^(١٢) على دائرة البروج دائما وهذا أصغر من ضعف وثلاثة ^(١٣) أخماس نصف قطر جرم القمر مما لا يعتد به وقد حقق ^(١٤) هذا الاعتبار وصدقه تواتر أرساد أخرى

فصل

في معرفة بعد الشمس ^(١٥) وما يتبين ببيانه ^(١٦)

قال ^(١٧) وإذ ^(١٨) قد ^(١٩) تقرر هذا فلنا ^(٢٠) مسيل إلى معرفة بعد الشمس

-
- (١) س م م م (٢) س
(٣) س : ر ن (٤) ف والقمر
(٥) ف : في الهاشم - وفي س : بايثره
(٦) س : يوتر
(٧) س ، د : [أعظم من] بدلا من [من أعظم]
(٨) س : ه ل ك
(٩) س : وتر - وفي ف توتر
(١٠) س : للعرض
(١١) س : يادى
(١٢) س : وهو
(١٣) س : ثلاثة
(١٤) س : يحقق
(١٥) ف : القمر
(١٦) [فصل في معرفة بعد الشمس وما يتبين ببيانه] : غير موجود في س ، د
(١٧) س : غير موجود
(١٨) س : وإذا
(١٩) س : غير موجود
(٢٠) س : هنا

و : أ ب ح (١) للشمس وقد كشفها القمر وهناك يرى جرمها مما بين المخروط
البصر ولتكن (٢) هذه الدوائر في سطح واحد وليفصل هذا السطح من المخروط الذي
تقطعه الشمس من ظل الأرض بـ سطح (٣) أ س ح ومن مخروط البصر الشامل
للشمس والقمر سطح أ ن ح (٤) ولنصل نقط مماسات الدوائر لقطع المخروطين
على أ ح ، ه ح ، ك م ونخرج ه ح إلى ر (٥) وليكن ع ق قطر دائرة الفل فل حيث
يكون القمر في بعده الأبعد وليمر (٦) خط د س سبها (٧) للمخروط الكبير المار
بالمراكز كلها وهي د ، ط ، ن (٨) ويقطع ع ق على ف وأنت تعلم أن كل خطين ،
يخرجان (٩) من (١٠) نقطة واحدة بماسان (١١) دائرة واحدة (١٢) فهما متساويان
فخطا (١٣) ح ن ، أن (١٤) وخطا (١٥) ن ح ، ن ه (١٦) وأيضاً خطا (١٧)

في متوازي الأضلاع ه ر ل ج ب : ه ر ل ج ب = د ط ٢

$$\text{وفي المثلث ر ل ج : } \frac{\text{ر ل}}{\text{ط ر}} = \frac{\text{ج ل}}{\text{د ج}} = \frac{\text{ج ب}}{\text{د ب}}$$

$$\text{لكن } ٢ = \frac{\text{أ ب}}{\text{د ب}}$$

$$\therefore \text{ح ل} = ٢ ط ج$$

$$\therefore \text{ه ر} + \text{ل ج} + \text{ب} = \text{ل ج} + ٢ د ط + ٢ ط ج$$

$$\therefore \text{ه ر} + \text{ب} = ٢ د ج \quad \text{وهو المطلوب}$$

(١) سا ، د [و ا ب ح د]

(٢) سا ، د فلتكن

(٣) سا : سطح (٤) ف ا ر ج

(٥) سا : ر ج

(٦) ف : ليمر - وفي سا وليمر

(٧) سا بينهما (٨) سا ط ، ر

(٩) سا ، د يخرجين

(١٠) سا : عن (١١) ف ماسان

(١٢) [ماسان دائرة واحدة] : غير موجود في سا

(١٣) ف فخط

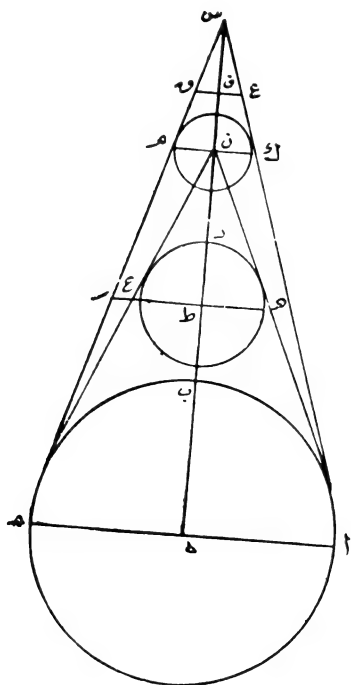
(١٤) ف : ح ن ، ا ر - وفي سا : ح ر ، ا ن

(١٥) ف ، سا وخط

(١٦) ف ، سا ر ج ، ه

(١٧) ف خط

س ح ، س أ^(١) و : س ع ، س ق كل اثنين منها متساويان ويجعل مثلثات متساوية الساقين ينفصل ساقا كل مثلث بقاعدته إلى متساويين^(٢) فيكون أ ح ، ه ح^(٣) متوازيين وكذلك أ ح ، ك م وكذلك أ ح ، ع ق وهى فى سطح واحد فكلها^(٤) متوازية وهى أقطار عند الحس وإن لم تكن فى الحقيقة بل كانت



شكل (١٠٠)

متفاوتة^(٥) بشيء لا يعتد به وزاوية أ ن ج^(٦) معلومة فنصفها ط ن ح^(٧)

(١) س أ ، س ح ، س ع

(٢) س أ ، س ح ، س ع متساويين

(٣) س أ ، س ح ، س ع

(٤) س أ ، س ح ، س ع : وكلها

(٥) س أ ، س ح ، س ع : متفاوتة

(٦) س أ ، س ح ، س ع : متساوية

(٧) س أ ، س ح ، س ع : متساوية

معلوم (١) وزاوية ن ط ح (٢) قائمة لأنها مساوية لزاوية ن ط هـ (٣) وخط (٤)
طن (٥) لأبعد البعد معلوم فمثلث ط ن ح (٦) معلوم نسب الزوايا والأضلاع
فنسبة ح ط إلى طن (٧) المعلوم النسبة إلى نصف قطر الأرض بل إلى ن م (٨) وهو
نصف قطر الأرض معلومة ونسبة ط ح إلى ف ق (٩) معلومة ف : ف ق معلوم
و : ق ف ، ط رهما ضعف م ن وهما (١٠) مجموعان (١١) معلومان و : ف ق ، ط ح
معلومان يبقى ح ر معلوما ونسبة ن م إلى ح ر (١٢) كنسبة ن ج إلى ج ح بل (١٣)
كنسبة ن د إلى ط د فيا التفضيل نسبة زيادة م ن (١٤) على ح ر (١٥) إلى ح ر (١٦)
كنسبة ن ط (١٧) المعلوم إلى (١٨) ط د (١٩) ف : ط د معلوم ف : ن د (٢٠)
معلوم ونسبة ط ح إلى د ح (٢١) كنسبة ن ط (٢٢) إلى ن د (٢٣) ف : ح د معلوم

-
- (١) سا : معلومة
(٢) ف ، سا : ر ط ح
(٣) سا : ر ط هـ
(٤) ف : ينتهي سياق الكلام في آخر صفحة ١٠٣ وتكملة أول صفحة ١٥٥
(٥) سا : ط ر
(٦) سا : ط ر ح
(٧) سا : (ط ح إلى ط ر) بدلا من [ح ط إلى ط ن]
(٨) سا ر م
(٩) سا د ق
(١٠) سا فهما
(١١) ف ، سا ، د : مجموعين
(١٢) سا : [م ن إلى ر ح] بدلا من [ن م إلى ح ر]
(١٣) (كنسبة ن ح إلى ح م بل) : غير موجود في سا
(١٤) سا : ف ق - ونى ب فوقها : ف ق
(١٥) سا : ر ح
(١٦) [إلى ح ر] غير موجود في سا
(١٧) فوقها في ب : ط د
(١٨) فوقها في ب : إلى ن ط المعلوم
(١٩) سا ، د : [د ط إلى ط ن المعلوم] بدلا من [ن ط المعلوم إلى ط د]
(٢٠) ف : [ف : ب د]
(٢١) ف : د ح
(٢٢) سا : ر ط
(٢٣) ف ، سا : ر د

وقد خرج ن د (١) وهو بعد الشمس من الأرض عند هذا الرصد ١٢ ١٥ (٢)
 وخط ج د وهو نصف قطر الشمس (٣) (هـ ل) بالتقريب وقد يعلم من م ن ، ف ق
 نسبة (٤) ن ف : ر س (٥) فيعلم ن س (٦) وخرج خط ن س (٧) ٢٦٨ (٨)
 وقطر القمر إذا فرض واحدا كان قطر الأرض (ج ك د) (٩) وقطر الشمس
 (ي ح م) ونسب (١٠) الأكر إلى الأكر كنسب أقطارها مثلثة فيكون جرم الأرض مثل
 جرم القمر (ل ط يه) (١١) بالتقريب وجرم الشمس مثل جرم القمر (١٢) ٦٦٤٤ (١٣)
 وجرم (٣٨) الشمس (١٤) مائة وسبعين مرة (١٥) مثل جرم الأرض (١٦)
 بالتقريب (١٧)

-
- (١) س : ل د
 (٢) ف : ١٢١٥ - وف س ، د : ح ر ي
 (٣) س : الأرض
 (٤) س : غير موجود
 (٥) س : ي س
 (٦) س : ي س - وف ا : غير واضح
 (٧) س : [ح م ، ن ر] بدلا من [خط ن س]
 (٨) ف : ٢٩٨ - وف ب ، د : ر س ح - وف هاش ب : [أي إذا كان م ن
 واحدا]
 (٩) س : ح ل د
 (١٠) س ، د : ونسبة
 (١١) س : يط له
 (١٢) [ل ط يه بالتقريب وجرم الشمس مثل جرم القمر] : ف هاش ب
 (١٣) س : [٧٧٤٤ مثلا ونصف] بدلا من [٦٦٤٤]
 (١٤) س : الشمس مثل جرم الأرض
 (١٥) س : مائة وستين مرة وربع
 (١٦) [مثل جرم الأرض] : غير موجود في س
 (١٧) ف : غير موجود
 (٥) تعيين بعد الشمس وحجمها :
 في شكل (١٠٥) ل م تمثل الأرض ومركزها نقطة ن ، ب ه الشمس ومركزها نقطة د ،
 ح د القمر في أقصى بعده عن الأرض عند كسوف الشمس . وليكن جانب مخروط ظل القمر هـ
 ا ، ن ، ح ع ن ومخروط ظل الأرض ا ل س ، ح م س . ولنفرض أن ع ق قطر دائرة الظل
 إذا كان القمر هل نفس البعد من الجهة الأخرى للأرض . ونع د ط ح ليقابل جانب مخروط ظل الأرض
 في نقطة ر
 ° زاوية ا ن ح معلومة

∴ زاوية ط ن ح = $\frac{1}{4}$ أن ح = معلومة

في مثلث ط ن ح : زاوية ط قائمة : ط ن ح معلومة .
 معلومة $\frac{\text{ط ن}}{\text{نصف قطر الأرض م ن}}$

∴ يمكن معرفة النسبة $\frac{\text{ط ح}}{\text{ن م}} = \text{نصف قطر القمر بالنسبة لنصف قطر الأرض}$

وكذلك يمكن معرفة ف ق بالنسبة لنصف قطر القمر

∴ نعرف النسبة $\frac{\text{ف ق}}{\text{ط ح}}$ أى أن $\frac{\text{ف ق}}{\text{ن م}}$ نسبة معلومة

لكن $\text{ف ق} + \text{ط ر} = 2 \text{ ن م}$ (انظر التمهيد)

∴ $\frac{\text{ف ق}}{\text{ن م}} + \frac{\text{ط ر}}{\text{ن م}} = 2$ أى يمكن معرفة النسبة $\frac{\text{ط ر}}{\text{ن م}}$

ومن ذلك نعلم $\frac{\text{ط ح}}{\text{ن م}} = \frac{\text{ط ر}}{\text{ن م}} = \frac{\text{ر ح}}{\text{ن م}}$

لكن من مثلث ح ن م : $\frac{\text{ن ح}}{\text{ح م}} = \frac{\text{ن م}}{\text{ر ح}}$

ومن مثلث ن د ح : $\frac{\text{ن د}}{\text{د ح}} = \frac{\text{ن ح}}{\text{ح م}}$

∴ $\frac{\text{ن د}}{\text{ط د}} = \frac{\text{ن م}}{\text{ر ح}}$

∴ $\frac{\text{ن ط}}{\text{ط د}} = \frac{\text{ن د} - \text{د ط}}{\text{ط د}} = \frac{\text{ن م} - \text{ر ح}}{\text{ر ح}}$

∴ ١ - $\frac{\text{ط ح}}{\text{ن م}} = \frac{\frac{\text{ن ط}}{\text{ط د}}}{\frac{\text{ر ح}}{\text{ن م}}}$

∴ يمكن معرفة النسبة $\frac{\text{ط د}}{\text{ن م}}$

لكننا نعلم $\frac{\text{ط ن}}{\text{ن م}}$

∴ $\frac{\text{ن د}}{\text{ن م}}$ تصبح معروفة وهى بعد الشمس بالنسبة لنصف قطر الأرض

وكذلك في مثلث ن د ح : $\frac{\text{ن ط}}{\text{ن د}} = \frac{\text{ط ح}}{\text{د ح}}$

فصل

في اختلافات (١) المنظر الجزئية للشمس والقمر (٢)

ثم أن بطليموس ينتقل إلى تعيين حال اختلاف منظر القمر من جهة معرفة أبعاده أنه (٣) إذا كان على أحد أبعاده المعلومة فكيف يعلم (٤) اختلاف منظره فرسم أول شكل (١٠١) شكلا لاختلاف المنظر شبيهاً بالشكل الماضي فيكون ح موضعه الحقيقي و : ط (٥) موضعه المرئي ويكون ح ط اختلاف منظره وهو عند الحس مثل ر ط وقال (٦) وليكن (٧) ج د وهو بعد القمر عن سمت الرأس أجزاء معلومة فزاوية ك معلومة (٨) و : ل قائمة فمثلث أ ك ل معلوم النسب وكذلك مثلث ال د (٩) تصير (١٠) زاوية أ د ل بل ر أ ط (١١) معلومة ولا فرق بينهما وبين التي على المركز بالقياس

∴ نعلم النسبة $\frac{ق}{م} = \frac{د}{ل}$ وهي نصف قطر الشمس بالنسبة لنصف قطر الأرض والناتج

التي وصل إليها ابن سينا هي :

$$بعد الشمس بالنسبة لنصف قطر الأرض = ١٢\frac{1}{4}$$

$$ونصف قطر الشمس بالنسبة لنصف قطر الأرض = ٥\frac{1}{2}$$

$$ونصف قطر القمر بالنسبة لنصف قطر الأرض = ٩\frac{1}{8}$$

ومن ذلك استخرج نسب الأحجام

$$القيم الحديثة لنسبة نصف قطر الشمس = ١١٠ تقريباً$$

$$ونسبة بعد الشمس = ١٠٠٠٠ تقريباً$$

(١) ف : اختلاف

(٢) [فصل في اختلافات المنظر الجزئية للشمس والقمر] : غير موجود في سا ، د

(٣) و : أى

(٤) سا : نعلم

(٥) [و : ط] : غير موجود في سا

(٦) سا : غير موجود

(٧) سا : ليكون

(٨) [فزاوية ل معلومة] : غير موجود في ف

(٩) في هامش و : [لمعرفة ضلع دل من معرفة دل ، دل و ضلع ال]

(١٠) سا : يصير

(١١) سا : ر ط

إلى دائرة ه ط (١) فقوس ر ط التي (٢) لا فرق بينها (٣) وبين ح ط (٤) في الحس معلومة وهو اختلاف المنظر في كل (٥) بعد معلوم (*) وزاوية (٦) ه أ ر. (٧) مساوية لزاوية ك وكذلك حسب لسته (٨) أجزاء ستة أجزاء إلى تمة تسعين ثم أخذ التفاضل في كل ستة أجزاء ستة أجزاء فقسمه على ثلاثة واعتمد فيه الاختصار (٩) والتقريب والنتجوز (١٠) فأثبتته في الجداول (١١) على تفاضل اثنين

(١) سا ط (٢) سا اعنى الى

(٣) سا بينهما

(٤) سا : [خط] بدلا من [ح ط]

(٥) سا : غير موجود

(٥) حساب اختلافات المنظر الجزئية للقمر عند الأوج أو الحضيض :

في شكل (١٠١) ا ب الارض ومركزها نقطة ل ، ا الراصد ، ه سمت الرأس . وليكن القمر عند نقطة د ، ونفرض دائرة ط ح وه نصف قطرها لانهاى .

∴ الموقع الحقيق للقمر هو نقطة ح

والموقع المرئى له هو نقطة ط

∴ ح ط هو الاختلاف عندما يكون القمر عند نقطة د

ويمكننا اعتبار أن ح ط = ط ر حيث أن ا ر يوازي ل ح

والمفروض أننا نعلم الزاوية السمتية للقمر ه ل ح ، وبعده $\frac{ل ح}{ا ل}$ بالنسبة إلى نصف قطر

الأرض . والمطلوب تعيين اختلاف المنظر .

نزل العمود ا ل على ل ح

فن المثلث ا ل ل : زاوية ل = ٩٠ ، زاوية ل ح معلومة

∴ يمكن معرفة النسبتين $\frac{ا ل}{ل ل}$ ، $\frac{ل ح}{ا ل}$

وفى المثلث ا د ل : زاوية ل = ٩٠ ، النسبتان $\frac{ا ل}{ل ل}$ ، $\frac{د ل}{ا ل}$ معلومتان

∴ يمكن معرفة زاوية ا د ل أى زاوية ر ا ط

هذه الزاوية هى مقياس لفقوس ط ر لأنه لا فرق بينها وبين ما إذا كانت عند المركز

وبما أن ط ر = ط ح تقريبا

∴ يمكن معرفة اختلاف المنظر لزاوية سمتية معلومة

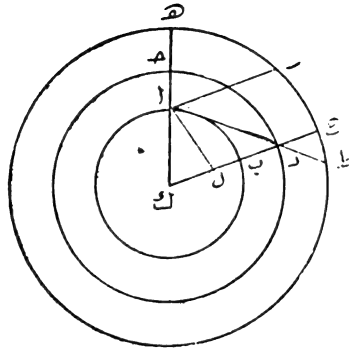
(٦) سا غير موجود (٧) سا : [و ا ر]

(٨) ف كسة

(٩) سا كل إاختصار

(١٠) سا غير واضح

(١١) ف ، سا ، د الجدول

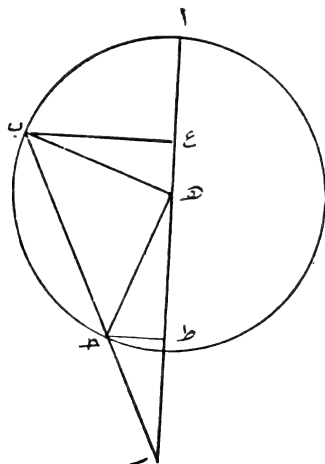


شكل (١٠١)

اثنين وقد رسم لاختلاف المنظر جداول أثبت في (١) الأول منها أجزاء الربع (٢) متزايدة الصفوف مجزئين جزئين إلى تسعين وهي أجزاء البعد من سمت الرأس وفي الصف الثاني اختلاف منظر الشمس وفي الصف (٣) الثالث اختلاف منظر القمر في (٤) الحد (٥) الأول وفي الصف (٦) الرابع فضل اختلافات المنظر في الحد الثاني على الحد (٧) الأول وفي الصف الخامس اختلافات (٨) المنظر في الحد الثالث وفي الصف السادس فضل الحد الرابع على الحد (٩) الثالث ولأن الأبعاد التي سلف (١٠) ذكرها للقمر وعلمت هي التي على الأوجين والحضيضين (١١) بحسب ما يعرف (١٢)

(١)	فيها
(٢)	[أثبت في الأول منها أجزاء الربع] : غير موجود في سا
(٣)	سا غير موجود
(٤)	سا ، د : وفي
(٥)	الجدول سا
(٦)	سا غير موجود
(٧)	ف ، سا ، د : غير موجود
(٨)	سا ، د اختلاف
(٩)	سا ، د : غير موجود
(١٠)	سا : ينقلب
(١١)	سا ، د : أو الحضيض
(١٢)	سا ، د : مائزى ونعرف

من وجوه (١) فإن (٢) كان مركز (٣) القمر زائلاً أو مركز (٤) أو شكل (١٠٢) التدوير زائلاً احتج أن يعلم البعد حتى يعلم اختلاف المنظر فليكن أ ب ج د (٥) للتدوير و : ر مركز الأرض ولنخرج ر د أ على أن د هو الحضيض المرئى و : أ هو الأوج المرئى وليكن ب نقطة زائلة عن الأوج المرئى عندها القمر أولاً وليكن أ ب (٦)



شكل (١٠٢)

ثلاثين جزءاً ونصل ر ج ب (٧) ومن ب على قطر د أ عمود ب ح (٨) ومن ه المركز ه ب (٩) فلأن زاوية ه (١٠) معلومة و : ح قائمة و : ه ب (١١) معلوم فمثلث ه ب ح معلوم ف : ه ح معلوم (١٢) ف : ر ح كله و : ب ح معلومان فوترها

(١) سا ، د : وجوه القسمة - وفي ف غير واضح

(٢) سا ، د : فلو

(٣) سا : غير موجود

(٤) سا ، د : ومركز

(٥) سا : ا ب ح

(٦) ف ، سا ، د : غير موجود - وفي ف : في الهامش

(٧) ف : ح ب (٨) سا : ا ب ح

(٩) [ومن ه المركز ه ب] : غير موجود في سا

(١٠) سا : غير موجود

(١١) ف : [ا ب ح : ر]

(١٢) [ف : ه ح معلوم] : غير موجود في سا

ر ب معلوم^(١) وليكن القمر في هذا الشكل على ج وهو معلوم من الحضيض ونخرج عمود ج ط^(٢) فيعلم ه ط فيبقى خط ر ط معلوماً ف : ر ح معلوم سواء^(٣) كان مركز التدوير على الأوج أو الحضيض^(*)

(١) [ف : ر ح كله و : ح ح معلومان فوترهما ر ب معلوم] : مكرر في سا

(٢) ف : ح ط

(٣) سا أو سواء

(*) حساب اختلافات المنظر عندما يكون مركز التدوير عند الأوج أو الحضيض بينما يكون القمر في أى مكان من فلك التدوير :

إذا أمكن تعيين بعد القمر عن الأرض في أى وضع أصبح اختلاف المنظر معلوما .

في شكل (١٠٢) ا ب ح د التدوير ومركزه نقطة ه ، ولتكن الأرض نقطة ر .

نصل ر د ه ا فتكون نقطة د هي حضيض التدوير ، ونقطة ا أوج التدوير . ونفرض أن القمر عند نقطة ب ثم نصل ر ح ا

المفروض أننا نعرف زاوية ا د ب والمطلوب تعيين ر ب

ويمكننا أيضاً أن نفرض القمر عند نقطة ح

المفروض في هذه الحالة أننا نعرف زاوية د ه ح والمطلوب تعيين ر ح

من نقطتي ب ، ح نزل العمودين ب ع ، ح ط على ر د ا

في المثلث د ح ب : زاوية ح = ٩٠ ، زاوية ه معلومة ، والنسبة $\frac{ح ه}{ر ه}$ معروفة

∴ يمكن معرفة النسبة $\frac{ح ه}{ر ه}$

ومن ذلك نعلم النسبة $\frac{ح ه}{ر ه} + \frac{ح ح}{ر ه}$ أى $\frac{ح ر}{ر ه}$

وبالمثل يمكن معرفة النسبة $\frac{ب ع}{ر ه}$

وفي المثلث ر ح ب : زاوية ح = ٩٠ ، والنسبتان $\frac{ح ه}{ر ه}$ ، $\frac{ب ع}{ر ه}$ معلومتان

∴ يمكن معرفة النسبة $\frac{ر ب}{ر ه}$ وهو المطلوب

أما بالنسبة لوضع القمر عند نقطة ح :

في المثلث د ح ط : زاوية ط = ٩٠ ، زاوية ه معلومة ، النسبة $\frac{ح ه}{ر ه}$ معلومة

وإن كان فيما (١) بينهما فليكن (٢) أ ب ج د (٣) خارج مركز على هـ و : ر مركز الأرض و : أ
أوج أ (٤) و ج : حضياً و : ب عليه مركز التدوير ونخرج ر ب إلى د (٥) وعمود (٦)
هـ ح ونصل هـ ب ، هـ د (٧) وليكن (٨) زاوية أ ر ب ، د ر ج (٩) ستين جزءاً
من أربع قوائم ووسط القسرين كان على ب فالبعد بين النيرين ثلاثون (١٠) جزءاً لأنه
نصف البعد عن (١١) الأوج وإن كان على د فيكون البعد (قك) (١٢) جزءاً (١٣)
فلأن ضلع هـ ر الواصل وزاوية (١٤) أ ر ب (١٥) معلومة (١٦) و : ح قائمة ف : ح هـ

∴ يمكن معرفة النسبة $\frac{ط}{ر}$

ومن ذلك نعلم النسبة $\frac{ط}{ر} - \frac{ط}{ر}$ أى $\frac{ط}{ر}$

وبالمثل نعلم النسبة $\frac{ط}{ر}$

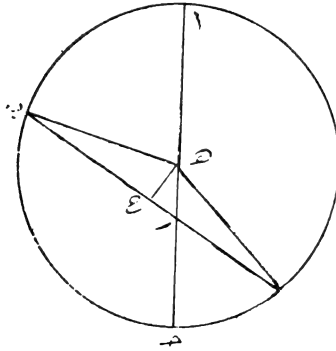
وفى المثلث ط ر ح : زاوية ط = ٩٠ ، والنسبتان $\frac{ط}{ر}$ ، $\frac{ط}{ر}$ معلومتان

∴ يمكن معرفة النسبة $\frac{ط}{ر}$ وهو المطلوب

- (١) سا ، د : [أو] بدلا من [كان فيما]
- (٢) سا ليكن (٣) سا : ب
- (٤) [و : أوجا] : غير موجود فى سا
- (٥) ف : در
- (٦) ف محود
- (٧) سا : هـ ب ، هـ ر
- (٨) سا : فليكن
- (٩) سا : أ ر ب ، د ر ج
- (١٠) ب ، سا ، د : ثلاثين
- (١١) سا : حل
- (١٢) سا : مائة وعشرين
- (١٣) سا : غير موجود
- (١٤) سا : وزاويتا
- (١٥) سا : ر

(١٦) فى هاشب : [فاضلاع د ر ح معلومة و : هـ ب معلومة : ح ب بل جميع ر ب معلوم]

معلوم وأيضاً ه ح ، ه ب معلوم وزاوية ح قائمة ف : ح ب بل جميع ر ب معلوم
 وأيضاً لأن زاوية ح (١) القائمة معلومة وضلعي (٢) ه ح ، ه د (٣) معلومان ف : رد
 بعد دح (٤) معلوم ولأن (٥) ر ج (٦) وهو أحد بعدي النيرين (٧) معلوم و : ر أ
 وهو (٨) البعد الثاني من (٩) الأبعاد الموضوعة معلوم ففضل ر ب (١٠) على
 ر ج (١١) معلوم وكذلك ب ر ، رد (١٢) فبالشكل الأول (١٣) وبهذا الشكل استخراج
 معرفة أبعاده إذا كان زائلا عن الأبعاد المذكورة الأولى (*) فقد علم إذن أبعاد القمر



ننشكل (١٠٣)

-
- (١) سا : ح د
 (٢) ب ، سا ، د وعمله
 (٣) ف : ح د ، ح د
 (٤) ف : ب ، د : د ح
 (٥) ف : فلان
 (٦) سا : ر ج
 (٧) سا : التدوير
 (٨) ف : هو
 (٩) سا : بين
 (١٠) سا : ب
 (١١) ف : سا ، د : د ح
 (١٢) ف : ب ، د ، رد - وفي سا : [في رد] بدلا من [ب ر ، رد]
 (١٣) [فبالشكل الأول] : غير موجود في سا
 (٥) تعيين اختلافات المنظر إذا كان مركز التدوير بعيدا عن الأوج أو الحضيض :
 في شكل (١٠٣) ب د خارج المركز ومركزه نقطة ه ، وليكن مركز الأرض نقطة ر ،
 ه د الخط الواصل بين الأوج والحضيض ، ونفرض أن مركز التدوير عند نقطة ب
 نصل ب ر ونمده إلى نقطة د

كلها كيف كانت فوضع صفاً سابغاً (١) أثبت فيه (٢) الدقائق التي يعدل (٣) بها مافي السطر الرابع فيزادان جميعاً على الثالث جـل (٤) فيه (٥) ما يخرج (٦) من زيادات البعد الأول على الأبعاد المرتبة التي تحدث بزوال القمر على الأوج من التدوير والتدوير على أوج الحامل منسوبة إلى الزيادة العظمى التي هي نصف (٧) قطر التدوير أي زيادة البعد الأبعد على بعد يعدل (٨) من هذا الزوال كم نسبته (٩) إلى نصف (١٠) قطر التدوير إذا فرض ستين وها هنا فقد حسب على أن نصف قطر التدوير (١١) (ق ل) (١٢) ونصف قطر الخارج (مطما) (١٣) والبعد الوسط ستين (١٤) وهذا الصف

ويمكننا أيضاً أن نفرض مركز التدوير عند نقطة د .

ننزل العمود دـع على بـر

من البعد بين الشمس والقمر يمكن معرفة زاوية اـر بـ أو ١٨٠ - دـر لأن بعد مركز التدوير من الأوج = نصف البعد بين الشمس والقمر

في مثلث دـر جـ : زاوية جـ = ٩٠ ، زاوية دـر معلومة ، دـر معلوم

∴ يمكن معرفة دـج ، جـر

وفي مثلث دـج بـ : زاوية جـ = ٩٠ ، دـج معلوم ، دـب معلوم

∴ يمكن معرفة جـ بـ

∴ جـ بـ + جـر = بـر معلوم وهو المطلوب

وبالمثل في المثلث دـج حـ : زاوية جـ = ٩٠ ، دـج ، دـح معلومان

∴ يمكن معرفة دـح

∴ دـج - دـح = جـر = دـر معلوم وهو المطلوب

(١) سا : [صفاتها معا] بدلا من [صفاتها]

(٢) سا : فيها

(٣) سا : تعدل

(٤) سا : حصل

(٥) سا : فيها

(٦) سا [يخرج] بدلا من [ما يخرج]

(٧) سا : غير موجود

(٨) ف : بعد

(٩) ف ، سا ، دـر : نسبه

(١٠) في هامش بـ : إلى قطر التدوير

(١١) [إذا فرض ستين وها هنا فقد حسب على أن نصف قطر التدوير] : غير موجود في بـ

(١٢) ف ، سا ، دـر : يـل

(١٣) سا : مطما

(١٤) سا : سـه

السابع للدقائق التي يعدل بها ما في السطر الرابع فيزداد على الثالث (١) ثم وضع صفًا ثامنًا لذلك (٢) بعينه وعلى وجهه ومركز التدوير على الخفض (٣) فتكون سطور العدد مأخوذة بالقياس إليها (٤) على أنها درج الزوال في الاختلاف ولما كانت هذه الدرج مائة وثمانين (٥) لم يمكن (٦) أن تستوفي (٧) تسعين (٨) أو خمسة وأربعين التي هي أجزاء سطور العدد فأخذ كل جزء مكان جزئين فوضع (٩) كل ما يخرج بالحساب (١٠) بإزاء (١١) نصف (١٢) الدرج التي (١٣) خرج ذلك لها مثل أنه (١٤) والحساب على أن قطر (١٥) التدوير ١٦ (١٦) وبعد مركز التدوير من (١٧) مركز البروج (١٨) ٦٥ (١٩) وهذا الصف الثامن للدقائق التي يعدل بها ما (٢٠) في السطر السادس (٢١) فيزداد على الخامس فإذا (٢٢) حصلت زيادة البعد الأول على البعد

(١) [وهذا الصف السابع للدقائق التي يعدل بها ما في السطر الرابع فيزداد على الثالث] :

غير موجود في سا

(٢) سا : كذلك

(٣) في هامش ب : [والحساب على أن قطر التدوير ١٦ وبعد مركز التدوير من مركز

الأرض س ٥]

(٤) سا : إليهما

(٥) ف : غير واضح

(٦) سا : يكن

(٧) سا : يستوفي

(٨) سا : في تسعين

(٩) سا : يوضع

(١٠) سا : الحساب

(١١) سا ، د : بمجاها

(١٢) ف : صف

(١٣) سا ، د : الذي

(١٤) سا : ف

(١٥) سا : مط

(١٦) سا ، د : لو

(١٧) سا : غير موجود (١٨) سا : غير موجود

(١٩) سا ، د : س ٥

(٢٠) سا : غير موجود

(٢١) سا ، د : [الوسط] بدلا من [السطر السادس]

(٢٢) سا : د : وإذا

المستخرج عند زوال ٦٥ (١) درجة كتب ذلك بهذا سطر (٢) ٣٥ (٣) ورتب صفاً تاسعاً أثبت (٤) فيه ما يكون مز (٥) زيادة البعد الأول على الأبعاد التي تحدث من زوال مركز التلوير فأخذ (٦) تلك الزيادات ونسبها (٧) تلك النسبة إلى الزيادة الأعظمى التي هي (٨) ما بين كون المركز على الأوج وعلى الحضيض (٩) وهو بقدر الفاضل (١٠) على أنه (ك ل ح) (١١) وبعد مركز التلوير من مركز الأرض ٦٥ (١٢) وهذا الصف التاسع للدقائق التي يعدل بها فضل (١٣) ما بين السطر (١٤) الثالث والخامس (١٥) فيزداد ما يخرج على الثالث أيضاً ولأن هذا الزوال يحدث زاوية عند مركز الأرض (١٦) هي ضعف البعد بين (١٧) النيرين فيكون نسبة سطور العدد إلى هذه الزيادات نسبة ضعف البعد بين النيرين (١٨) أو ضعف البعد بين أحدهما وتقاطر الآخر أيهما كان قرأب فإن زاد ضعف البعد على أجزاء الدور بضعف (١٩) ما يبقى ولأنه عرضها هنا مثل (٢٠) ما عرض في الزوال الأول فأخذ مكان الجزء جزءان صار المأخوذ مكان

-
- (١) سا ، د : ستين
(٢) سا ، د : سطين
(٣) سا ، د : غير موجود
(٤) سا ، د : يبين
(٥) سا : بين
(٦) ف : فاحد
(٧) سا ، د : نسبتها
(٨) سا : غير موجود
(٩) سا ، د : [على الحضيض وعلى الأوج ج] بدلا من [على الأوج وعلى الحضيض]
(١٠) سا : الراصل - وق هامش ب : [الفاضل على أنه يو]
(١١) ف : ل ح
(١٢) سا ، د : س ه
(١٣) سا : حصل - وق هامش ه : تحصيل
(١٤) سا : الشطر
(١٥) سا : غير موجود
(١٦) سا : وهي
(١٧) سا : س
(١٨) [فيكون نسبة سطور العدد إلى هذه الزيادات نسبة ضعف البعد بين النيرين] : غير موجود في سا
(١٩) ف : فضصف - وق سا : ضعف
(٢٠) سا : غير موجود

البعد المضاعف^(١) موضوعاً بازاء البعد الغير المضاعف وبين أنه إذا كان الزوالان أما الذى للقمر وأما الذى لمرترز التدوير يوجب أبعاداً معلومة فيكون أيضاً بعد مايبقى من طرح^(٢) مابقى عن^(٣) تمام الدور، عن الأوج معلوماً مساوياً للأول .

فصل

فى تعديل اختلاف المنظر وتفصيله^(٤)

قال فإذا أردنا أن نقوم اختلاف المنظر جعلنا^(٥) الإقليم الساعة التى بين دائرة نصف النهار والنير وهو قوس من البوائر^(٦) المتوازية^(٧) بينهما على^(٨) ما علم وطلبنا^(٩) زاويته فى جدول الزوايا لذلك الإقليم والبرج^(١٠) على ما فى المقالات الماضية فقوسنا تلك الزاوية على ما بين فى جدول^(١١) فكان ذلك القوس التى بين سمت الرأس والنير^(١٢) وهو تمام ارتفاعه فأدخلناه فى سطور العدد فإن كان للشمس أخذنا^(١٣) ما يلزائه وهو^(١٤) اختلاف منظرها وأما للقمر^(١٥) فلما نأخذ^(١٦) ما يلزائه من صفوف الحدود الأربعة كلا على حده ثم نعود فننصف^(١٧) لليلة المذكورة أجزاء

(١) سا ، د : المضاعف

(٢) سا : ط ر ح

(٣) سا ، د : من

(٤) [فصل فى تعديل اختلاف المنظر وتفصيله] : غير موجود فى سا : د

(٥) سا : حصاننا

(٦) سا : التدوير

(٧) سا : الموازية

(٨) سا ، د : على قدر

(٩) سا ، د : فطلبنا

(١٠) سا : والبرج

(١١) سا ، د : جدواؤه

(١٢) سا : والبين

(١٣) سا : [أحد ما] بدلاً من [أخذنا]

(١٤) سا : فهو

(١٥) سا ، د : القمر

(١٦) سا : نجد

(١٧) سا ، د : فنصفنا

قوس الاختلاف المقوم من الأوج الحقيقي وأخذنا تلك القوس (١) إن كانت أقل من قف (٢) واستعملناها (٣) بعينها (٤) وإن كانت أكثر أخذنا نصف فضل (٥) ثلاثمائة وستين عليها واستعملناه (٦) فإذا فعلنا ذلك أخذنا ما يلزائها من الصف الثامن والسابع فيكون (٧) السابع لتعديل مافي الثالث بأن نضربه فيما وجدنا (٨) في (٩) الصف الرابع ويزاد على الثالث والثامن لتعديل الخامس بأن نضربه في المأخوذ من (١٠) السادس ونزيده على الخامس ثم أدخلنا أجزاء أقرب بعدد ما بين الزيرين أو بين القمر ومقابلة الشمس المقوم في سطور العدد وذلك بأن ننظر في البعد فإن كان أقل من تسعين (١١) أخذناه (١٢) بعينه وإن كان أكثر منه وأقل من (قف) (١٣) أخذت (١٤) فضل مائة وثمانين (١٥) عليه فإن كان أكثر من مائة وثمانين (١٦) إلى (١٧) مائتين وسبعين (١٨) أخذت فضله على مائة وثمانين (١٩) وإن كان أكثر من ذلك أخذت فضل ثلاثمائة وستين (٢٠) عاياه (٢١) وكذلك أخذنا (٢٢) ما يلزائه في الصف التاسع وحصلنا

(١) [وأخذنا تلك القوس] : غير موجود في سا

(٢) سا : ثمانين

(٣) سا : استعملها

(٤) ف : غير موجود

(٥) سا : غير موجود

(٦) سا ، د : فاستعملناها

(٧) هـ ، سا ، د : ويكون

(٨) سا ، د : وجد

(٩) سا ، د : من

(١٠) سا : من

(١١) هـ : ص

(١٢) ف : سا ، د : أخذته

(١٣) [وإن كان أكثر منه وأقل من قف] : غير موجود في ف ، سا ، د

(١٤) ف ، سا ، د : وأخذنا

(١٥) هـ : قف

(١٦) هـ : قف

(١٧) ف : غير واضح

(١٨) سا : وتسعين - وفي هـ : رض وصحتها ر ع

(١٩) هـ : قف

(٢٠) هـ : شس

(٢١) [وإن كان أكثر منه وأقل من قف أخذت فضل قف عليه فإن كان أكثر من قف إلى رض أخذت

فضله على قف فإن كان أكثر من ذلك أخذت فضل شس عليه] : في هـ شس

(٢٢) سا : أخذ-

فضل ما بين اختلاف منظرى الصف الثالث والخامس (١) المقومين بالصف السابع والثامن كم هو فضر بناه (٢) فيما (٣) خرج من (٤) التاسع وقسمناه على ستين (٥) فما (٦) حصل (٧) زدناه على أقل المقومين فما بلغ (٨) فهو اختلاف المنظر المقوم من دائرة الارتفاع وأن (٩) هذه الغاية إنما بأن أمر اختلاف المنظر المقوم من دائرة الارتفاع وبأن (١٠) على أن القمر يكون على فلك البروج نفسه بلا عرض فإن الزوايا الموضوعة بساعاتها وقسمها هي لأجزاء فلك البروج وإن أخذ (١١) هذا على أن للقمر عرضاً كان على سبيل التجوز (١٢) . والآن فنريد أن نبين اختلاف المنظر في الطول والعرض وأما كيف يكون هذا فأتى (١٣) بأمثلة (١٤) بالشكل (١٥) ليسهل تصوره (١٦) . لتكن دائرة (١٧) أ ب ج د دائرة (١٨) الأفق (١٩) وليكن

(١) ف ، سا ، د : والسادس

(٢) ف ، سا ، د : فضر بنا

(٣) ف ، سا ، د : فيه ما

(٤) ف ، سا ، د : في

(٥) ف : س

(٦) ف ، سا ، د : وما

(٧) ف : يحصل

(٨) [فما بلغ] : في هاش ف وغير موجود في سا ، د

(٩) سا : وإلى

(١٠) [وأن هذه الغاية إنما بأن] : اختلاف المنظر المقوم من دائرة الارتفاع بأن : غير موجود في ف

(١١) شا : أحد

(١٢) سا : غير واضح

(١٣) سا ، د : فإذ

(١٤) ف ، سا ، د : أشله

(١٥) ف : بشكل

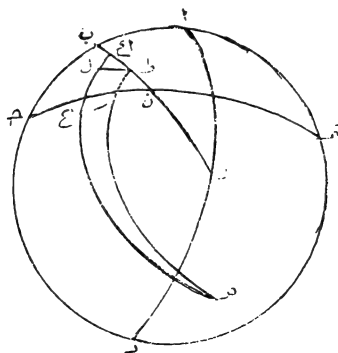
(١٦) سا : بصورة

(١٧) سا ، د : غير موجود

(١٨) ف ، سا ، د : غير موجود

(١٩) سا ، د : للأفق

قوس أود لنصف النهار ونقطه وفيها سمت الرأس شمالياً وليكن قوس جـ ر هـ (١)
نصف دائرة البروج و : ر (٢) درجة (٣) القمر من البروج شمالية و : م نقطة
قطب البروج وقد خرج من م قوس إلى (٤) ر وإلى (٥) ط وهو موضع القمر
المحقق في عرضه وقوس و ط ك ب (٦) هي قوس الارتفاع وقد علم أنها تتم
بموضع القمر الحقيقي والمرئي معاً لأنها تأتي (٧) مركز القمر وتنفذ (٨) إلى الموضع
المرئي فإذا اتصل بمركز (٩) القمر (١٠) خط (١١) من مركز البروج مر بخط السم
أيضاً وكانت النقطة المقاطعة لمركز القمر ومركز القمر معاً يحاذيان من الطول والعرض



شكل (١-٢)

نقطة واحدة فيكون الأمر على ما قلناه من أن خط السم يمر بالموضعين فليكن (١٢)

-
- (١) ف ، هـ ، و
 - (٢) [و : ر] : غير موجود في سـ
 - (٣) سـ : ودرجة
 - (٤) ف : ا
 - (٥) ف ، سـ ، د : إلى
 - (٦) سـ : و ط ي ب
 - (٧) سـ : غير واضح
 - (٨) سـ : غير واضح
 - (٩) ف : في الهامش - وفي سـ ، د : غير موجود
 - (١٠) ف : [بمركز موضع القمر] بدلاً من [بمركز القمر]
 - (١١) سـ ، د : بخط
 - (١٢) سـ : فليكن

نقطة (١) ك موضعه المرتى فيكون قوس ط ك هو انحرافه الكلى وهو إلى الجنوب لأن ط تكون (٢) أقرب إلى سمت الرأس من ك ، ك (٣) تكون على (٤) الجنوب ولنخرج من قطب البروج إلى ك الذى هو موضعه المرتى قوس م ح ك (٥) يقطع دائرة البروج على ح (٦) و : ح أقرب إلى المشرق من ر فيكون موضعه من البروج لو (٧) كان القمر بالحقيقة على ك لكن ذلك بالرؤية ف : ح (٨) موضع القمر من البروج بالرؤية ف : ح انحراف منظر القمر فى الطول وهو إلى المشرق على التوالي البروج لأن ك أبعد من نقطة (٩) التقاطع إلى الأفق فيكون (١٠) ح أبعد من ر ولأن نقطة ن (١١) هى نقطة التقاطع بين السميتة (١٢) والبروجية ف : ح ك (١٣) أطول من ط ر فعرضه المرتى (١٤) أزيد فلنوجد ح ل (١٥) مثل ر ط فيكون (١٦) ل ك هو التفاوت بين العرض الحقيقى والعرض المرتى فهو اختلاف المنظر فى العرض ولأن قوسى (١٧) م ح ، م ر (١٨) متساويتان (١٩) و : ر ط ، ح ل متساويتان (٢٠) يكون م ط

-
- (١) سا : غير موجود
(٢) سا : يكون
(٣) سا : لك ر ك
(٤) سا ، د : إلى
(٥) ف : ف ح ل - وقى سا : م ح ل
(٦) ف ، سا ، د : د
(٧) ف : إذا
(٨) سا : يح
(٩) ف ، سا ، د : غير موجود
(١٠) ف : فيمكن
(١١) ف ، سا ، د : ر
(١٢) ف : السميتة - وقى سا : السميتة
(١٣) سا : [ف : ح ل]
(١٤) ف ، سا ، د : غير موجود
(١٥) ف : ح ل
(١٦) ف ، سا ، د : يكون
(١٧) سا : قوس
(١٨) ف : ح ح ، م ر
(١٩) ف ، سا ، د : متساويان
(٢٠) ف : متساويان - وقى سا : [و : ر ط ، ح ل متساويان] غير موجود

م ل (١) متساويتان (٢) أيضا (٣) فيكون ط ل بالحقيقة أطول من ر ح لكنه قد يعرض أحيانا أن نجعل هذه القسي كأنها خطوط مستقيمة لصغرها في ذلك الموضوع فإذا جعلت خطوط مستقيمة وكانت زاويتا ر : ح قائمتين (٤) جعل ط ل موازيا ل : ر ح ومساويا على سبيل التجوز وحيث لا يقع فيه خلال كبير (٥) فيكون ط ل بالتقريب مساويا هناك لاختلاف المنظر في الطول أعنى مساويا ل : ر ح فيكون مثلث ط ك ل تشتمل عليه أضلاع ثلاثة كلها انحرافات أما ط ك (٦) فالانحراف الكلي وأما ط ل (٧) فالطولي وأما ك ل (٨) فالعرضي (*) وإذا كانت زاوية ط ر ن (٩) قائمة فزاوية ط ن ر (١٠) حادة فزاوية و ن ح (١١) منفرجة فحيث (١٢) الانحراف على (١٣) على توالى البروج فالزاوية السميتة (١٤) الشمالية منفرجة وقد (١٥)

(١) ف ، سا ، د ، ر ط ، م ل

(٢) ف متساويين - وفي سا ، د : متساويان

(٣) ب وأيضا (٤) ب : قائمتان

(٥) سا كبير (٦) ف ، سا ، د : ط ل

(٧) ف ط ك

(٨) ف : ل ر - وفي سا : ل ر ن

(٩) توضيح اختلاف المنظر في الطول والعرض :

في شكل (١٠٤) ب د د الأفق ، و د نصف النهار حيث نقطة سمت الرأس ، ح د البروج ، نقطة م تقاطع البروج . ولنعرض أن نقطة ط هي الموضع الحقيقي للقمر ، فتكون و ط هي القوس السميتة الحقيقية وهي أقل من القوس السميتة المرئية ، فيكون الموضع المرئي للقمر نقطة ل .

نصل م ط ، م ل ليقطعا البروج في ر ، و نرسم ط ل موازيا ر ح ، فيكون ط ل هو اختلاف المنظر الكلي ، ط ل اختلاف المنظر في الطول ، ل ر ل اختلاف المنظر في العرض .

ونلاحظ هنا أن العرض المرئي أكبر من العرض الحقيقي ، أي أن اختلاف المنظر في العرض موجبا بإعتبار أن :

اختلاف المنظر في العرض = العرض المرئي - العرض الحقيقي

وذلك في حالة وقوع البروج بين القمر وبين سمت الرأس

(٩) ف : ط ر ب

(١٠) ف ، سا ، د : ط ب ر

(١١) ف : و ل ح - وفي سا ، د : و ب ح

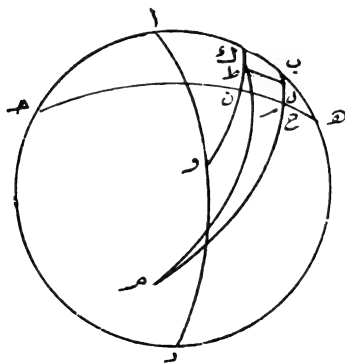
(١٢) سا ، د : غير واضح

(١٣) سا : من

(١٤) ف : الشمسية

(١٥) ف في المماس - وفي سا ، د : غير موجود

يمكنك (١) أن تعكس هذا وتعلم أنه إذا كانت السمتية (٢) الشمالية (٣) حادة (٤) فإن القائمة وانحرافها تقع شرقاً ولو وقعت نقطة ح أقرب إلى ن (٥) من ب (٦) حتى تكون غربية لكان ك تقع (٧) بين ن ، ط (٨) فيكون الانحراف بسمت (٩) شمالي إلى الشمال وهذا لا يمكن لأن (١٠) الانحراف يقع (١١) إلى البعد لا إلى القرب ولنمثل لهذا شكلاً آخر يكون فيه السمت شمالياً لكن القمر غربي جنوبي العرض فنعلم الانحرافات على قياس ذلك ونتصور أن الكلي إلى الجنوب كما كان وأن (١٢)



شكل (١٠٥)

-
- (١) سا ، د : ويمكنك
 (٢) ف : السمتية
 (٣) ف ، سا ، د : غير موجود
 (٤) ب : [منفرجة] - ومكتوب فوقها [حادة] - وفي هامش ب : [ويمكنك أن
 تمكس هذا وتعلم أنه إذا كانت السمتية حادة فإن القائمة وانحرافها تقع غربياً لا شرقياً]
 (٥) سا ر
 (٦) سا : ر
 (٧) سا : يقع
 (٨) سا ل ، ط
 (٩) ف سمت
 (١٠) سا : أن
 (١١) [بين ن ، ط فيكون الانحراف بسمت شمالي إلى الشمال وهذا لا يمكن لأن الانحراف يقع :
 في هامش ف
 (١٢) سا : فإن

الطولى^(١) إلى المغرب ونعلم أن الزاوية الشرقية الشمالية حادة إذ التي تقاطعها وتلى القائمة حادة وباقيها الغربية الشمالية التي إلى أفق الجهة منفرجة كما كان في الأول(*) وأنت إذا جعلت سمت الرأس وهو^(٢) نقطة^(٣) وجنوبية ثبت^(٤) أن الانحراف يكون شماليا فإن الأمر^(٥) في الزوايا بالعكس وقد ظهر لك من هذا أنه ربما كان الطول المرتى في جهة الطول الحقيقي ويزيد عليه وربما كان في غير وجهته^(٦) وينقص منه وذلك^(٧) مثل ذلك في العرض فإنه إذا كان منطقة البروج بين السميت وبين الكوكب^(٨) كان العرض المرتى^(٩) على^(١٠) الجهة المقابلة زائدا^(١١) في العرض الجنوبي^(١٢) الحقيقي وإذا كانت منطقة البروج ليست جهة السميت فقد يقع اختلاف العرض ناقصا مثاله^(١٣) لتكن دائرة أب ج د^(١٤) للأفق^(١٥) و : أود^(١٦) لنصف النهار . و : ج هـ^(١٧) للبروج و : ج ح هـ^(١٨) للمائل و : و سمت الرأس و : ط موضع القمر بالحقيقة و : ب ط و دائرة الارتفاع^(١٩) و : ي^(٢٠) موضعه

(١) سا : الطول

(٥) نفس ما سبق ذكره في حالة ما إذا كان القمر في الناحية الأخرى من نصف النهار - شكل (١٠٦)

(٢) سا : وهي (٣) سا : د

(٤) ب ، سا ، د ، يثبت

(٥) سا ، د : وأن

(٦) سا جهة

(٧) ف ، سا ، د ، ذلك

(٨) ف الكواكب

(٩) ف في الهاشم - وفي سا ، د غير موجود

(١٠) سا ، د إلى

(١١) ف ، سا ، د زائدة

(١٢) ف في الهاشم - وفي ب ، سا ، د غير موجود

(١٣) ف بين السطرين - وفي سا ، د غير موجود

(١٤) سا ب ح د

(١٥) ف ، سا ، د الأفق

(١٦) ف : [و : ل د ل] - وفي سا [و : ا د ل]

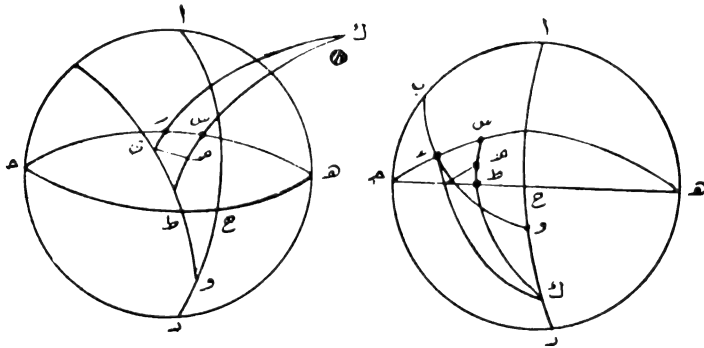
(١٧) سا [و : ح د]

(١٨) ف ، سا ، د : [و : ح د ح د]

(١٩) [و : ب ط و دائرة الارتفاع] : غير موجود في ف ، سا ، د

(٢٠) سا وفي

بالرؤية و : ك ط م س^(١) من القمى العرضية وكذلك كى ر^(٢) وقد علمت
أن ط ي اختلاف المنظر الكلى و : س درجة الكوكب و : س ط عرضه الحقيقي
و : ر ي عرضه بحسب الرؤية و : م ط اختلاف منظره فى العرض ناقصاً^(*) وقد



شكل (٦-١)

تقع صورة الشكل بحيث لا يكون هناك اختلاف منظر فى العرض أصلاً^(٣)
وذلك إذا كان سمت الرأس على دائرة البروج^(٤) والقمر على تلك
الدائرة مثاله أب ج د أفق^(٥) و : أه ج لتصف النهار و : ه سمت الرأس و : و
موضع القمر بالحقيقة و : ر موضعه بالرؤية وقوس و ر انحرافه الكلى وهو بعينه
الطول^(٦) وليس ر^(٧) خارجاً عن البروج بالرؤية حتى يكون له عرض بالرؤية^(٨)

(١) ف [و ل م ط] - وفى سا : [ل م ط]

(٢) ف ، سا ، د : ل رى

(٥) نظرية ٣١ : إذا وقع القمر بين البروج وبين سمت الرأس كان اختلاف المنظر فى العرض سالباً
البرهان فى شكل (١٠٦) إ ب د الأفق ، و د نصف نهار ، د ر البروج ، د ح فلك القمر .

ولتكن نقطة و هى سمت الرأس ، ونقطة ط الموضع الحقيقي للقمر ، ونقطة ي موضعه بالرؤية
و : اختلاف المنظر الكلى هو ط ي ، والعرض الحقيقى س ط ، والعرض المرئى رى .

أما اختلاف المنظر فى العرض فهو م ط ويكون العرض المرئى أقل من الحقيقى
أى أن اختلاف المنظر فى العرض يكون سالباً

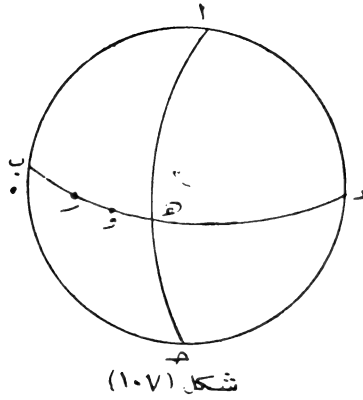
(٣) سا : غير موجود (٤) سا : غير موجود

(٥) ف ، سا ، د : (أفق إ ب د) بدلا من (أ ب د أفق)

(٦) ف فى الهاش - وفى سا : الطول

(٧) ف : سا - وفى ب : ن

(٨) [حتى يكون له عرض بالرؤية] : غير موجود فى سا



أو بالحقيقة (***) وقد تقع صورة الشكل بحيث لا يكون اختلاف منظر في (١) الطول البتة بل في العرض وذلك أنه إذا كان القمر (٢) على تسعين (٣) من الأفق وأنت تعلم أنه ليس يجب أن يكون تسعين (٤) في كل وقت على وسط السماء بل ربما كان زائلا وإنما يكون في وسط السماء إذا كانت الدائرة المارة بالأقطاب الأربعة منطبقة (٥) على وسط السماء لكن بطليموس قد يتجاوز في كثير من المواضع فيجعل القمر إذا كان في وسط السماء كيف كان وكأنه (٦) لا اختلاف منظر له في الطول يعتد به

(٥٥) نظرية ٣٢ : ينعدم اختلاف المنظر في العرض إذا وقع القمر على البروج ومرت دائرة البروج بسمت الرأس

البرهان : في شكل (١٠٧) Γ هـ د الأفق ، Γ هـ نصف النهار حيث نقطة هـ سمت الرأس ، د هـ البروج ، وليكن الموضع الحقيقي للقمر عند نقطة و ، فمن الواضح أن الموضع المرئي ر يقع على دائرة د هـ المارة بسمت الرأس

∴ اختلاف المنظر الكل هو و ر وذلك يساوي اختلاف المنظر في الطول

أما اختلاف المنظر في العرض = صفر

(١) س : إلى

(٢) ف ، س ، د المنظر

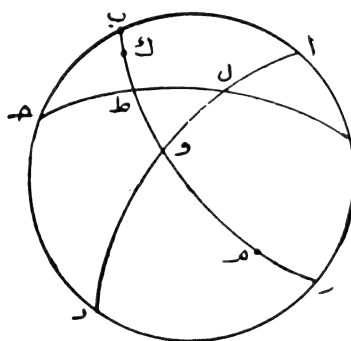
(٣) ب : س

(٤) ب : س

(٥) س : منطقة

(٦) ب : كأنه

وأما بالحقيقة فإنما يكون الامر على ما نقول^(١) إذا كان^(٢) بالصفة المذكورة ولتمثل^(٣) الشكل للزوال^(٤) وليكن^(٥) أب جده للأفق و : أود لنصف النهار^(٦) و : جل ه^(٧) للبروج و : ل وسط السماء من الدرج^(٨) التي



شكل (١٠٨)

بين أول الجدى إلى آخر الجوزاء ويكون بين نقطة ل وبين نقطة ج الطالع أكثر من تسعين^(٩) ويقع^(١٠) م وهو قطب فلك^(١١) البروج إلى جهة المغرب و : ط درجة الكوكب والكوكب عليها أو على ك وليكن و سمت الرأس و : ب ط الارتفاع وليكن^(١٢) ط ل أو و ط أو و ك^(١٣) تمام الارتفاع المرتى و : ط^(١٤) تقسم

-
- (١) ب ، سا ، د ، نقوله
(٢) سا مكرر
(٣) سا وإيل
(٤) سا إلى الزوال
(٥) ف ، سا ، د ، ليكن
(٦) [ا ب جده للأفق و : أود لنصف النهار] : غير موجود في سا
(٧) ف ، سا : جل ه
(٨) ب : البروج - وبين الصغيرين [الدرج]
(٩) ب : ص
(١٠) ف ، سا : وتقع
(١١) ف ، سا ، د : غير موجود
(١٢) [و سمت الرأس و : ب ط الارتفاع وليكن] : غير موجود في ف ، سا ، د
(١٣) سا : [و ط ل أو و ط ل م] بدلا من [ط ل أو و ط ل أو و ل]
(١٤) ف : [ف : ط]

قوس (١) ج ه بنصفين نو ط ك (٢) الانحراف أو ك م والقول فيها سواء فإذا (٣)
أخرج (٤) من م قوس يمر بسمت الرأس وهو قطب الأفق كان ماراً (٥)
بقطبي (٦) دائرة أب ج د ودائرة البروج فوجب أن تقسم الدائرتين أرباعاً فتقع
إذن (٧) على ط وتنطبق على دائرة الارتفاع فلا (٨) تفعل انحرافاً في الطول البتة
بل في العرض وهو قوس ط ك (٩) أو ك م فهو الانحراف الارتفاعي والعرضي
معاً ويسمى قوس ر ط (١٠) عرض إقليم الرؤية وفي هذا الموضع (١١) فإن الزاوية
السميتية (١٢) تكون (١٣) قائمة (*) فهذا وجه بيان أحوال انحراف (١٤) المنظر

- (١) ف : في الهامش - وفي سا ، د : غير موجود
(٢) ف : [و : ط ر ل] - وفي سا [و : ط ل]
(٣) ب : وإذا (٤) سا : خرج
(٥) ب : [كانت مارة] فلا من [كان ماراً]
(٦) سا : بقطبي
(٧) ب : [الآن] - وفي الهامش [إذن] وفي سا : إذا
(٨) سا : ولا
(٩) ف ، سا ، د : ط ل
(١٠) سا و ط
(١١) سا غير موجود
(١٢) ف : الشمسية
(١٣) ب : غير موجود
(١٤) نظرية ٣٣ : ينعدم اختلاف المنظر في الطول إذا كان بعد درجة ماول القمر عن الأفق ٩٠° مقاساً
على دائرة البروج
البرهان : في شكل (١٠٨) (ب د ه الأفق ، ا و د نصف النهار حيث نقطة سمت الرأس ،
ح ل ه البروج حيث ل تقاطعه مع نصف النهار (ل : وسط السماء) .
ولنفرض أن م قطب البروج ، ط درجة القمر حيث القمر نفسه إما عند نقطة ط أو عند نقطة ل ،
وحيث ط منتصف قوس البروج أي أن ط = ح = ط = ٩٠°
والمطلوب إثبات أن اختلاف المنظر في الطول = صفر أو إثبات أن الدائرة م و تمر بنقطتي
ط ، ل وتكون عمودية على البروج
والبرهان على ذلك واضح لأن الدائرة م و تمر بقطبي الأفق وبقطبي البروج إذن فهي :
أولاً تكون عمودية على كل من ح ل ه ، ح ب ه
ثانياً تقسم ح ط ه : ح ب ه أرباعاً
أي أن تقاطعها مع ح ل ه يبعد عن كل من ه ، ح بمقدار ٩٠°
∴ التقاطع هو نقطة ط وهو المطلوب
(١٤) سا : غير موجود

وإذا علم الانحراف الكلى وزاويته^(١) التى فى طرفه والزاوية التى يوترها قائمة سهل معرفة الانحرافين الآخرين^(٢) لأن هذه^(٣) الخطوط تعد مستقيمة فيحدث^(٤) فيها مثلث قائم الزاوية معلوم الزوايا وضلع فتعلم الأضلاع^(٥) لأنه إذا صار الانحراف معلوما وزاوية طرفه معلومة ومو يوتر^(٦) قائمة صارت^(٧) الزوايا كلها معلومة وكذلك^(٨) نسب^(٩) أضلاعها ثم قد ظهر لك من هذه الأشكال أنه إذا كان سمت الرأس شماليا فاختلاف^(١٠) المنظر جنوبى وإذا كان جنوبيا فاختلاف المنظر شمالي وإذا كان المائل^(١١) بين سمت الرأس والبروج كان الانحراف العرضى ينقص من الصحيح^(١٢) وإن كان فلك^(١٣) البروج^(١٤) متوسطا كان الانحراف العرضى زائداً وبان من أمر الطول أنه إذا كانت الزاوية السميتية^(١٥) الشرقية الشمالية منفرجة فإن الانحراف الطولى إلى المشرق أو حادة فإلى المغرب وعلى عكس البروج هذا فى الانحراف الذى إلى الجنوب فإن كان إلى الشمال فالأمر بالعكس وأنه إذا كانت الزاوية قائمة فلا انحراف فى الطول ولما بين بطليموس هذه^(١٦) الأشياء عاد فذكر أن كلام من قبله فى انحراف^(١٧) المنظر الارتفاعى ليس على الحقيقة وإنما هو تقريب^(١٨)

- (١) سا : فراويته
 (٢) سا : غير موجود
 (٣) بين السطرين
 (٤) ف ، سا ، د فحدث
 (٥) ف ، سا ، د فإنه
 (٦) سا . بوتر
 (٧) سا : صار
 (٨) ف : فى الهامش - وفى سا : غير موجود
 (٩) سا : ونسب
 (١٠) ف : واختلاف
 (١١) فى هامش : البروج
 (١٢) [وإذا كان المائل بين سمت الرأس والبروج كان الانحراف العرضى ينقص من الصحيح] :
 مكرر فى سا
 (١٣) ف ، سا ، د : غير موجود
 (١٤) ف ، سا ، د : المائل - وفى : [البروج] وبين السطرين [المائل]
 (١٥) ف ، سا : الشمية
 (١٦) سا : هاذ
 (١٧) سا : الانحراف
 (١٨) سا : بقريب

وإن كان مما لا يضر ضرراً مؤثراً في أوقات الكسوفات لا هو^(١) ولا ترك^(٢) مراعاة اختلاف منظر الشمس أما كيفية كون كلامهم تقريباً^(٣) غير حقيقى فلأنهم قد استعملوا بدل القوس الارتفاعية التى^(٤) تأتى^(٥) القمر وهو^(٦) فى دائرة العرض قوساً أخرى وهى تمام ارتفاع درجته فى الطول وذلك لأن أبرخس^(٧) وضع الشكل الذى^(٨) بين^(٩) به^(١٠) اختلاف المنظر فى الطول والعرض هذا أب ج^(١١) من فلك البروج و : أد من فلك^(١٢) المائل و : أ عقده^(١٣) والقمر على د وهى نقطة معلومة و : دب القائمة على أب ج^(١٤) قوس العرض^(١٥) المعلوم فيكون ب موضع القمر فى الطول ويكون^(١٦) معلوماً ويكون دب عرضه الحقيقى ولتكن^(١٧) ه نقطة سمت الرأس ولتخرج^(١٨) منه إلى ب قوس ه ب وأخرى تمر^(١٩) على د من المائل^(٢٠) وعلى القمر وهى قوس ه د وليكن دح اختلاف المنظر الارتفاعى وليكن دط العرضى و : ح ط^(٢١) أعنى لك ب^(٢٢)

(١) سا	لاهى
(٢) سا	نز
(٣) سا	تفرسا
(٤) ف	سا ، د
(٥) ف	غير واضح - وفى سا : باقى
(٦) ف	سا ، وهى
(٧) سا	لنرجس
(٨) سا	غير موجود
(٩) ف	يتبين - وفى سا يبين
(١٠) ف	فيه
(١١) ف	: الـ
(١٢) سا	د : الفلك
(١٣) ف	: فى الهامش
(١٤) ف	: الـ
(١٥) ف	سا ، د : للعرض
(١٦) سا	د : فيكون
(١٧) ف	سا ، د : فلتكن
(١٨) سا	: ويتخرج
(١٩) سا	: هو
(٢٠) فى	هامش ب أى على القمر
(٢١) ف	: [و : ط]
(٢٢) ف	: لـ

الطول ولو كانت قوس ه د وهو البعد الحق في معلومة لكان قوس د ح وهو انحرافه يعلم^(١) وإنما المعلوم فيما سلف قوس من سمت الرأس إلى نقطة^(٢) معلومة من البروج لا من المائل ولا من موضع آخر ولو^(٣) كانت أيضا زاوية ه ر ج^(٤) معلومة من فلك البروج كان المطلوب من انحراف الطول والعرض قد يتوصل إلى معرفته من معرفة د ح لو عرف ومعرفة زاوية ط ح د إذا كانت^(٥) كزاوية^(٦) ه ر ج^(٧) إذ كان ط ح كالموازي ل : أ ج^(٨) ومعرفة^(٩) زاوية^(١٠) د ط ح إذ هي كزاوية د ب^(١١) القائمة^(١٢) فكان يعلم نسب مثلث د ط ح ولكن المعلوم ه ب لا ه د^(١٣) وزاوية ه ب ج لا زاوية^(١٤) ه ر ج^(١٥) وأبرخس^(١٦) يأخذ

(۱) سا	فعلم	(۲) سا : نقط
(۳) سا ،	د : فلو	
(۴) سا	درج	
(۵) سا	كان	
(۶) سا	لزاوية	
(۷) سا	درج	
(۸) سا	[لـ : ا]	
(۹) سا	غير موجود	
(۱۰) سا	وزاوية	
(۱۱) سا	د	
(۱۲) سا	بالفائمة	
(۱۳) سا :	در	
(۱۴) سا ،	د : غير موجود	
(۱۵) ف	درج	
(۱۶) سا	وانرجس	

قوس هـ د (١) معطاة بأن يجعل قوس هـ ر معطاة (٢) وزاوية هـ ر ج معطاة فلنجد (٣)
 ر د معطى (٤) ويبقى (٥) هـ د معطى (٦) وبيانه مقصور على بعد واحد مثل
 بعد أ د (٧) (*) قال لكننا نقول إن كان مركز القمر على نصف النهار شماليا
 أو جنوبيا فيكاد ينطبق (٨) الانحراف الارتفاعى على نصف النهار وفى هذا ما علمت
 فيكون حينئذ (٩) الانحراف الارتفاعى والعرضى واحداً وعلى ما سلف ذكره ومثاله (١٠)
 أن يكون أب ج من فلك البروج وخط (١١) دب هـ (١٢) قائم (١٣) عليه و : ب
 سمت الرأس ودرجة القمر (١٤) وليكن القمر على د أو على (١٥) هـ فيكون عرضه
 من البروج دب أو ب هـ وتكون القسي (١٦) والزوايا التى عند نقطة ب مفروضة

(١)	سا	هـ ر
(٢)	سا :	منطاه
(٣)	سا :	فنجمل
(٤)	سا :	منطى
(٥)	سا ، د :	فيبق
(٦)	سا	منطى
(٧)	ف	هـ ر

(٥) ذكر بطليموس أن من جاءوا قبله أخطأوا فى حساباتهم لاختلاف المنظر لأنهم لم يأخذوا القوس
 من سمت الرأس إلى القمر بل من سمت الرأس إلى درجته فى الطول وإن كان الفرق بسيطاً جداً فى حالة
 الكسوفات

فى شكل (١٠٩) ب هـ البروج ، د المائل حيث القمر عند د ، المقدمة . ولكن نقطة هـ
 سمت الرأس

• هـ د هى القوس من سمت الرأس إلى القمر
 فإذا كان د عوداً على البروج . كانت نقطة ب هى درجة القمر فى الطول . وقد أخذ الأقدمون
 قوس هـ ب بدلاً من قوس هـ د . وبالطبع كلما كان القمر قريباً من المقدمة فـ صغر الفرق بين هـ د ، هـ ب
 • فى حالة الكسوفات يكون الفرق فى الحسابات صغيراً لا أثر له .

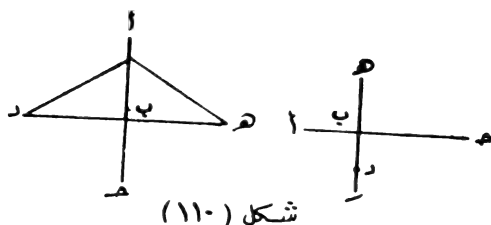
(٨)	سا ، د :	أن ينطبق
(٩)	سا ، د :	غير موجود
(١٠)	سا	ومثل له
(١١)	سا	[و هـ ط]
(١٢)	سا	دن
(١٣)	سا :	قائمة

(١٤) [ودرجة القمر] : فى هاشى ف - وفى ب : بين السطرين

(١٥) ف : د هـ على - وفى سا ، د : وعلى

(١٦) سا ، د : [الطلب للقسي] بدلاً من [القسي]

معلومة ويكون الطلب للقسي والزوايا التي عند (١) نقطة د (٢) أو نقطة هـ (٣) فإن جعلنا نقطة رسمت الرأس غير نقطة ب وكان (٤) فلك البروج قائماً (٥) على الأفق انطبقت (٦) القوس التي من ر إلى ب على درجة القمر الذي (٧) من ر (٨) إلى د



شكل (١١٠)

أو إلى (٩) هـ وهما في هذا (١٠) الشكل انحرافان شرقي وغربي كما عرفت فلم يكن انحراف منظر في العرض بل في الطول رائد أو ناقص والتفاوت فيه التفاوت بين رب ، ر د (١١) أو بين رب ، ر هـ وهو انحراف (١٢) المنظر وكانت الزوايا من هذه الخطوط لاتقع إلا قوائم فكانت (١٣) المعرفة سهلة فإن وقع السميت على البروج والقمر خارج له عرض مثل مافي هذا الشكل حتى يكون سميت الرأس على أمثلا و : دأوه موضع الكوكب و : ب درجته فيكون حيثئذ قوسا أب ، أ د متخالفين (١٤) وكذلك قوساً أب ، أ هـ ويحدث عند د وعند هـ زاويتان متخالفتان (١٥) للتين

-
- (١) [نقطة ب مفروضة معلومة ويكون الطلب للقسي والزوايا التي عند] : في هامش ب -
 وفي ف : غير موجود
 (٢) سا : د ا
 (٣) سا : نقطة
 (٤) سا ، د : فكان
 (٥) في هامش ب : على المار بقطبي الأفق
 (٦) سا : انطبق
 (٧) سا ، د : التي
 (٨) ف ، سا ، د : ب
 (٩) ب ، سا ، د : وإلى
 (١٠) ف : في الهامش
 (١١) سا : [ورد] بدلا من [رب ، رد]
 (١٢) سا : لانحراف
 (١٣) ب ، سا ، د : وكانت
 (١٤) ب : متخالفان - وفي سا ، د : متخالفين
 (١٥) سا ، د ، ف : متخالفتان

يعرف ذلك بأن يخرج أولاً قوس الارتفاع جنوبياً كان أو شمالياً ثم يستخرج انحراف المنظر فليكن أب ط فلك البروج و : ه موضع القمر من المائل شمالياً و : د جنوبياً وهما معلومان ف : ه ب (١) ، ب د قوساً العرض (٢) على زوايا (٣) عند ب قائمة من أب ط و : ر (٤) سمت الرأس و : ر ه ط (٥) قوس الارتفاع ملائياً لفلك البروج على ط و : ر د قوس الارتفاع (٦) مقاطعاً لفلك البروج على ح ويريد (٧) أن يعلم ر ه ، ر د وليخرج قوس ارتفاع رب ك (٨) ومعلوم أنه يحدث عند ب زاوية معلومة ويخرج هل ، د ك عمودين (٩) على رب ك (١٠) فلأن (١١) زاوية رب أ (١٢) معلومة يبقى ل ب ه من القائمة معلوماً (١٣) وكذلك د ب ك (١٤) معلومة وزاويتا ل ، ك قائمتان (١٥) و : ه ب ، ب د (١٦) معلومتان فمثلاً (١٧) ب هل (١٨) ، ب د ك معلومان (١٩) ف : رب (٢٠) معلوم النسبة من ب ل ، ب ك (٢١) لأنه معلوم النسبة من ه ب ، ب د المتساويين ف : ر ل الباقي معلوم و : ل

(١) سا	[و ه ب]
(٢) ف	للعرض
(٣) سا	ر ا و ب ا
(٤) سا	وله
(٥) ف	[ف : د ه ط]
(٦) سا ، د	ارتفاع د
(٧) سا	: ونريد
(٨) سا ، د	: ب ل - وفي ف ر ب ه
(٩) ف	عمودان
(١٠) سا ، د : رب - وفي : ب ك	
(١١) سا ، د	: ولأن
(١٢) سا	د ب ا
(١٣) سا ، د	: معلومة
(١٤) سا	د ر ل
(١٥) سا ، د	: قائمة
(١٦) ف : [و : ه ب ، ر د]	
(١٧) سا	: فمثلات
(١٨) سا	ه ل
(١٩) ب	معلومين
(٢٠) سا	[و ر ب]
(٢١) سا	ب ل ، ر ك

قائمة فوتر ره معلوم وكذلك زاوية ب معلومة وزاوية ك قائمة و : ب د (١) معلوم
 ف : ب ك ، ك د معلومان فجميع رب ك معلوم و : ك د معلوم و : ك قائمة ف : د (٢)
 معلوم وكذلك زاويتا ر من مثلي ر ه ل ، ر ك د (٣) معلومتان فزاويتا ط ، ح (٤)
 الشريقتان الشاليتان معلومتان لأن زاوية ط تنقص عن زاوية ب السمتية المعلومة بزاوية
 ط رب المعلومة وزاوية ح تفضل على زاوية ب بعينها بزاوية رب المعاومة فقد
 علمنا قوسى (٥) ره ، ر د فنعرف (٦) انحرافهما الان تقاعى وعرفنا زاويتى ح ، ط
 الحادتين عند فلك البروج من قوسى (٧) الارتفاع فلا يحتاج أن يؤخذ (٨) بدلها
 زوايا (٩) أخرى بل يكفينا (١٠) هى فى تعرف زوايا مثلث (١١) الانحرافات (١٠)

(١) سا [و ب ه]

(٢) سا : [ف : ر ه]

(٣) [من مثلى ر ه ل ، ر ك د] : فى هاشم ب

(٤) ف ، سا : [معلومتان فزاويتا ط ، ح من مثلى ر ه ل ، ر ك د] بدلا من [من مثلى

ر ه ل ، ر ك د معلومتان فزاويتا ط ، ح] - وفى سا : [وزاويتا] بدلا من [فزاويتا]

(٥) سا قوس

(٦) ف : فرف

(٧) سا : قوس

(٨) سا : غير واضح

(٩) سا : ذواتا

(١٠) سا : تكفينا

(١١) سا ، د : مثلثات

(*) تعيين اختلاف المنظر فى الطول والعرض بمعرفة موقع القمر وزاوية تقاطع البروج مع درجة

القمر وبعد هذه الدرجة عن سمت الرأس

فى شكل (١١١) $\angle \text{أ ب د}$ دائرة البروج ، نقطة ه أو د موقع القمر . ولتكن نقطة ، سمت الرأس

والمعلوم هو عرض القمر ه أو د ب وكذلك زاوية ر ب ا ..

نصل ره ونمده ليقطع دائرة البروج فى نقطة ط . أو نصل رد ليقطع دائرة البروج فى نقطة ح

ثم نزل من نقطتى ه ، د المودين ه ل ، د ل على ر ب ل

سنبداً أولاً بتعيين اختلاف المنظر الكلى ، وذلك يقتضى تعيين قوسى الارتفاع ره ، رد .

فى المثلث ه ل ب : زاوية ل = ٩٠ ، ه ب معلوم ، زاوية ب = ٩٠ - ر ب ا - معلومة

∴ يمكن معرفة ه ل ، ل ب (أو فى المثلث د ب ل نعلم د ل ، ل ب ه)

لكن ر ب معلوم

∴ نعلم ه ل ، ر ل (أو - ل ، ر ل)

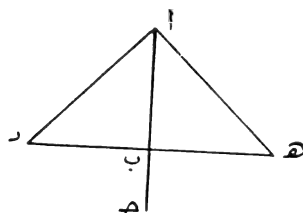
وفى المثلث ر ل ه : زاوية ل = ٩٠ ، ه ل ، ر ل معلومان

∴ نعرف ه ل ، وزاوية ه ل ر (أو ر د ، وزاوية د ر ل)

قال فيبن أن أكثر ما يكون ^(١) الفضل عند هذه الزوايا التي عرفنا تفاضل ما بينها يكون عندما تكون ب نقطة سمت الرأس فلا ^(٢) تحدث حينئذ عند ب الزاوية التي كانت تحدث من قوس السميت وتكون ^(٣) القسي الواصلة بين ب وبين د أو ه تحدث ^(٤) زوايا قائمة عند ب لأن الواصل بين ه ، ب وبين د ، ب من الخارجة من القطب فيكون الفضل زاوية قائمة وهذا الفضل من جنس الفضل الذي يكون -- للوجود ^(٥) عند العدم ولذلك ^(٦) أكثر الفضل بين هذه القسي يكون أيضاً في هذه الحال إذ لا يحدث قوس ارتفاعية ^(٧) عنه ^(٨) البتة إن كان القمر عند ^(٩) ب وأما إن كان عند ه أو ^(١٠) د كانت القوس التي هي من السميت إلى القمر مثل العرض بالتقريب أي العرض مع قليل انحراف منظر يوجبه هذا القدر من البعد بين ^(١١) السميتية إن كان في الجهتين بالسوية على ما علمته ^(١٢) وأيضاً إذا كان وضع البروج بحيث تكون الدائرة السميتية قائمة على البروج فحينئذ يكون الاختلاف بين قوسي ^(١٣)

-
- بذلك نكون علمنا قوسي الارتفاع ره ، رد
ولكي نعرف مركبي الطول والعرض يجب أن نعلم زاوية رط ا (أو زاوية رح ا)
زاوية رط ا = ر ب ا - ه ر ل = معلومة
وزاوية رح ا = ر ب ا + د ر ل = معلومة
∴ يمكن معرفة اختلاف المنظر في الطول العرض
(١) سا : غير موجود
(٢) ف : ولا
(٣) سا : ويكون
(٤) [السميت وتكون القسي الواصلة بين ب وبين د أو ه تحدث] في هاشم ب - وفي سا :
[وبين د ا وبين ه تحدث] بدلا من [وبين د أو ه تحدث]
(٥) ف : الوجود
(٦) ف : وكذلك
(٧) سا : إرتفاعيته
(٨) سا : غير موجود
(٩) سا : ب ه
(١٠) سا : د أو ه
(١١) سا : من
(١٢) سا : علمت
(١٣) سا : قوس - وفي هاشم ب : [قوس رد ، ره وبين قوس ر ب]

أ د ، أ ه (١) وبين قوس أ ب (٢) هو قوس انحراف العرض فإن كان السميت على البروج والقمر ليس على البروج مثل ما هو (٣) في هذا الشكل وهو أحد الأشكال الماضية يكون (٤) حينئذ قوس (٥) السميت أعنى أ د أو أ ه أعظم من أ ب بأقل من د ب أو ه ب لأن مجموع ضلعين أطول من الثالث وتكون (٦) زاوية ب أعظم



شكل (١١٢)

من زاوية د أو زاوية ه بزاوية أ لأن زاويتي أ ، د أو أ ، ه (٧) مثل قائمة فتفضل بأصغر من قائمة (*) فإن وقع الميل في السميت والقمر جميعاً مثل ما في الشكل الذي جعل

(١) سا ، د : رد ، ره	
(٢) سا ، د : رب	غير موجود
(٣) سا	(٤) سا فيكون
(٥) د	(٦) د ويكون

(٧) سا ، د : د ، د ه

(٥) نظرية ٣٧ : الفرق بين البعد السميت للقمر والبعد السميت لدرجة طول القمر أقل من عرض القمر

والزاوية بين البعدين السميتين أقل من ٩٠

البرهان في شكل (١١٢) نفرض أن سميت الرأس نقطة ا واقمة على البروج حيث ا ه البروج ،

وليكن د أو ه موضع القمر ودرجة طول ه نقطة ب

∴ البعد السميت للقمر = د ا

والبعد السميت لدرجة طول ه = ا ب

وعرض القمر = ب د

والزاوية بين البعدين السميتين = د ا ب

والمطلوب إثبات أولاً أن د ا ب أقل من ب د

وثانياً أن زاوية د ا ب أقل من ٩٠ درجة

في المثلث ا ب د : الضلع د ا أقل من مجموع الضلعين ا ب ، ب د

∴ د ا > ا ب + ب د

∴ د ا - ا ب > ب د وهو المطلوب أولاً

- وبما أن زاوية ا ب د = ٩٠ درجة

∴ زاوية د ا ب أقل من ٩٠ درجة وهو المطلوب ثانياً

فيه رسمت الرأس وطلب^(١) فيه سائر الأشياء فيكون ر ب أطول من ر ه بأصغر^(٢) من ه ب الذي للعرض لأن زاوية^(٣) ط ب ه^(٤) قائمة فزاوية ب ه ط حادة فزاوية ر ه ب منفرجة فرب أطول بأقل^(٥) من ه ب إذ كل ضلعين أطول^(٦) من الثالث وأما قوس ر د فهي أطول من ر ب^(٧) لأن ر ب د أعظم من قائمة لأنها خارجة عن مثلث ب ك د^(٨) القائم^(٩) زاوية^(١٠) ك^(١١) و : رد أطول بأقل من ب د^(١٢) أيضاً وأما حال الزوايا فإن زاويتي ب تفضلان^(١٣) على زاويتي ط ، ح كما علمت بزوايتي د^(١٤) فكل^(١٥) واحدة منها أصغر من قائمة^(١٦) وبين بطليموس كيفية

-
- (١) سا يطلب
(٢) [من ر ه بأصغر] : غير موجود في ف
(٣) سا غير موجود
(٤) سا : ط ن
(٥) د بل قد
(٦) سا ، د : أقل
(٧) [إذ كل ضلعين أقل من الثالث وأما قوس رد فهي أطول من ر ب] : مكرر في سا
(٨) ف : ر ل د
(٩) سا ، د : القائمة
(١٠) سا الزاوية - وف د : غير موجود
(١١) ب : ب ل د - وف د . وكذا - وف سا ول ر
(١٢) سا رد
(١٣) سا يفضلان
(١٤) سا ، د ر
(١٥) د : وكل

(١٦) إثبات نظرية (٣٧) إذا لم يقع سمت الرأس على البروج في شكل (١١٣) ب ه البروج ، ونقطة رسمت الرأس ، والقمر عند د أو ه . ولتكن نقطة ب درجة طول القمر .

• البعد السمتي للقمر = رد أو ر ه
والبعد السمتي لدرجة طوله = ر ب
وعرض القمر = ب د أو ب ه

والزاوية بين البعدين السمتين = در ب أو ه ر ب
والمطلوب إثبات أولا أن ر ب - ره أقل من ه ب (أو ر ب - رد أقل من د ب)
وثانياً أن زاوية ب ره أقل من ٩٠° (أو ب د أقل من ٩٠°)
نصل رد ، ره ليقطعا البروج في نقطتي ح ، ط ونزل العمودين ه ل ، د ل على ر ب
بما أن زاوية ط ب ه = ٩٠°

فإذا فعلت ذلك صارت قوساً فتأخذها (١) قوساً كما تدرى ثم تأخذ وتر تلك (٢) القوس فتكون ل ر (٣) وتأخذ (٤) وتر قوس بقية نصف دائرة و ر ه ل (٥) فتعرف نسبة أحدهما إلى الآخر (٦) وإلى ه ر (٧) مأخوذاً قطراً ومائة وعشرين جزءاً فإذا ضرب في عدد ه ر (٨) وتر (٩) القائمة وهو العرض أعني عدد ه ب من حيث هو عرض لا من حيث هو قطر مثلاً من حيث هو خمسة أجزاء لا (١٠) من حيث هو مائة وعشرون فإن عدده من حيث هو عرض هو (١١) معلوم وقسم على مائة وعشرين عرف كل واحد منهما بواحد (١٢) ه ب (١٣) من حيث هو عرض وكذلك (١٤) تعلم (١٥) أضلاع مثلث ب ك د المساوية لأضلاع (١٦) ب ل ه (١٧) ولا يحتاج (١٨) إلى حساب جديد لأن ب ه مساو ل : ب د و : ب ل : ب ك وكذلك الباقيتان (١٩) وأن (٢٠) كان القمر على ه نقصت ما خرج (٢١) من ل ب من ر ب (٢٢) وإن كان القمر عند د

-
- (١) ف : فتأخذ
(٢) ف : سا ، د : ذلك
(٣) ف : ا ب - وف : سا ، د : ل ب
(٤) ف : ثم تأخذ
(٥) سا ، د : رد ل
(٦) سا : الأجز
(٧) سا : د ب - وف : د ه
(٨) سا ، د : ه ب
(٩) ف : وتر
(١٠) سا : غير موجود
(١١) ف : غير موجود
(١٢) د : بواحدة
(١٣) د : ب
(١٤) ف : وذلك
(١٥) ف : د : يعلم
(١٦) سا ، د : الأضلاع لك
(١٧) سا ، د : ب د ه
(١٨) سا : لا
(١٩) سا ، د : الباقيان
(٢٠) سا : د : فإن
(٢١) سا : ما يخرج
(٢٢) د : ر ل ب

زبت فيكون معلومك في الأول قوس ر ل وفي الثاني قوس ر ك^(١) فإن كنت نقصته فتأخذ مربع ر ل ، ه ل^(٢) الواحد^(٣) الذي ل ز ه ب وهو عرض فتأخذ جذره^(٤) فيكون ر ه^(٥) وقبل ذلك يجب^(٦) أن تكون ضربت ر ل في العرض وقسمته على (قك)^(٧) فما خرج فهو ه ر وكذلك^(٨) إن^(٩) كان القمر عند د فتضرب عدد دك في نفسه أعني ه ل^(١٠) في نفسه بأجزاء العرض و : ك ر^(١١) في^(١٢) نفسه بتلك الأجزاء وتأخذ^(١٣) جذره^(١٤) فيخرج ر د وتحصل^(١٥) من جميع ذلك أنك تضعف الزاوية الصغرى وتجعلها قوساً^(١٦) وتأخذ^(١٧) وترها ووتر ما تبقى من (قك)^(١٨) وتضرب كل واحد منهما في العرض وتقسمه على^(١٩) (قك)^(٢٠) وتحفظ ما خرج وتقص ما حصل من الزاوية الأولى عن^(٢١) قوس تمام ارتفاع درجة الطول إن كان^(٢٢) سمت الرأس والعرض في جهة واحدة -

-
- (١) سا : ول
(٢) سا : رل
(٣) سا ، د : بالواحد
(٤) ف جذره - وفي سا حله
(٥) سا د ه
(٦) سا يجب
(٧) سا ، د : مائه وعشرين
(٨) ف ولذلك - وفي سا غير موجود
(٩) سا : غير موجود
(١٠) ف : دل
(١١) سا : ول - وفي د : وكه
(١٢) سا : وفي
(١٣) سا ، د : فتأخذ
(١٤) سا : ره
(١٥) سا : ويحصل - وفي د : وتجعل
(١٦) د : قوساً واحداً
(١٧) د : وتأخذها
(١٨) سا ، د : مائه وعشرين
(١٩) د : غير موجود
(٢٠) سا ، د : مائه وعشرين
(٢١) د : من
(٢٢) د : كانت

أو تزيده (١) إن كان في خلافها فما حصل أبقى تأخذ مربعه ومربع وتر الزاوية الأخرى المحفوظة معه وتأخذ جذرها فهو تمام ارتفاع القمر .

آخر المقالة الخامسة ويتلوه في المقالة السادسة معرفة عمل جداول الاجتماعات ، والاستقبالات .

والحمد لله رب العالمين وصلواته على سيد المرسلين محمد وآله الطيبين الطاهرين (٢)

(١) صا ، د : تزيد

(٢) [آخر المقالة الخامسة ويتلوه في المقالة السادسة معرفة عمل جداول الاجتماعات والاستقبالات والحمد لله رب العالمين وصلواته على سيد المرسلين محمد وآله الطيبين الطاهرين] : غير موجود في ص ، د

المقالة السادسة

في معرفة عمل جداول الاجتماعات والاستقبال

المقالة السادسة

في معرفة عمل جداول الاجتماعات والاستقبالات (١)

ثم شرع (٢) بعد ذلك في أمور الاجتماعات والاستقبالات لتعرف (٣) منها أحوال الكسوفات . قال ولولا إثثار (٤) تسهيل (٥) السبيل لكان فيما (٦) تحقق من تقويم مسير النيرين كفاية لمن لا يكسل في إصابة هذا الغرض (٧) إلا أنا نريد أن نرسم جداول لتحصيلات (٨) الاتصالات (٩) الوسطى لثلاث تحتاج إلى (١٠) أن نحسب كل وقت من رأس (١١) فأثبت موضع النيرين لأول تاريخه المستعمل المبني على سنى المصريين وقسم البعد بين النيرين في ذلك الوقت (١٢) على حركة البعد كل يوم بالوسط فخرج (١٣) خمسة أيام وسبع (١٤) وأربعون دقيقة وثلاث (١٥) وثلاثون ثانية من اليوم وهو (١٦) لا محالة أيام تقدم الاجتماع الوسط قبل التاريخ ثم حسب من وقت التقدم على التاريخ شهراً وسطاً فعرف (١٧) وقت الاجتماع الوسط بعد التاريخ فكان (١٨) بعد نصف

(١) [بسم الله الرحمن الرحيم - المقالة السادسة في معرفة عمل جداول الاجتماعات والاستقبالات] :

غير موجود في سا ، د

(٢) سا : نشرع

(٣) سا : لتعرف

(٤) ف : أثار

(٥) ف ، د : يسهل

(٦) سا : بما - وفي د : بما

(٧) سا ، د : العرض

(٨) سا ، د : التحصيلات

(٩) سا ، د : للاتصال

(١٠) د : غير موجود

(١١) سا ، د : الرأس

(١٢) سا ، د : غير موجود

(١٣) سا ، د : فما خرج وهو

(١٤) هـ ، سا ، د : وسبعة

(١٥) هـ : وثلاثا - وفي سا ، د : وثلاثة

(١٦) د : فهو

(١٧) د : فعر

(١٨) د : وكان

نهار أول ^(١) يوم توت ^(٢) (كح) يوماً (مدير) ^(٣) وعرف أيضاً موضع الشمس الوسط وبعدها ^(٤) من الأوج وموضع القمر في الاختلاف والعرض لذلك ^(٥) الوقت وإذا كان ذلك معلوماً في أول التاريخ والمدة بين أول التاريخ والاجتماع الذى بعده معلومة ^(٦) فإذا أسقط من مبدأ ^(٧) تاريخ هذا ^(٨) الاجتماع نصف زمان شهر وسط فكان ^(٩) حيث ^(١٠) انتهى ذلك بين ^(١١) أول التأخير للتحصيلات وبين التاريخ المثبت للاجتماع الوسط فذلك وقت الاستقبال الوسط فحصل مواضع النيرين المذكورة فيه ورتب جداول الاجتماعات والاستقبالات كل جدول إما للاجتماع وإما للاستقبال فخمسة وأربعون سطراً في خمسة صفوف في الاول سطور العدد للسنتين المجموعة وفي الثانى اليوم من الشهر الذى يكون فيه الاجتماع أو الاستقبال ^(١٢) وأجزاؤه وفي الثالث موضع الشمس بالوسط من أوجها ^(١٣) وفي الرابع أجزاء اختلاف القمرو في الخامس أجزاء عرض القمر مثلارسم في أوائل الجداول في سطور العدد للسنة الأولى واحداً وهو أول الاجتماعات ^(١٤) والاستقبالات ثم في جدول الأيام كم كان من الشهر الأول من تاريخه لوقت الاجتماع وفي الثانى والثالث والرابع أين كان مواضع النيرين المذكورة ولما كان في خمس ^(١٥) وعشرين سنة ^(١٦)

(١) سا ، د غير موجود

(٢) د : لون

(٣) سا : [و : مديو] - وفي د : [و : مد]

(٤) سا ، د وبعده

(٥) سا ، د فذلك

(٦) سا ، د معنوما

(٧) سا ، د مبدأ هذا

(٨) د غير واضح

(٩) د : وكان

(١٠) سا : من - وفي د : من حيث

(١١) ف : من

(١٢) سا : الاستقبال

(١٣) سا ، د : أوجه

(١٤) د : الاجتماع

(١٥) ب : خمسة

(١٦) ف : في الهامش

مصرية إلا دقيقتين وثلاثي دقيقة بالتقريب (١) يتم شهور بأسرها (٢) بالتقريب (٣) وذلك لأنك إذا قسمت أيام خمس (٤) وعشرين سنة مصرية (٥) على أيام شهر واحد فضل هذا القدر من الدقائق والثواني فلما جعل تزايد سطور العدد بخمسة (٦) وعشرين خمسة وعشرين (٧) وجب أن تنقص الدقائق وهي (حـ ب مرة) (٨) الناقصة في كه سنة مصرية (٩) من جدول الأول (١٠) لذلك (١١) ويبقى (١٢) الأمر في سائر الصفوف على (١٣) موجب مقابلة ما نقص (١٤) ثم رسم جدولاً للسنين المفردة مشتركاً (١٥) للاجتماعات والاستقبالات في الصف الأول منها عدد السنين (١٦) وفي الثاني ما يفضل على السنة المصرية من تمة ثلاثة عشر شهراً من الشهور القمرية وهذا الفصل من الأيام هو (لح نجح نامح) (١٧) ثم أجرى (١٨) حركة الكواكب من الحدود المذكورة في تلك المدد ليزاد (١٩) على مواضعها الموجودة في السنين المجموعة وتحصل أين (٢٠) بلغت وجعل يزيد السنين المصرية مرة باثني عشر

-
- (١) سا غير موجود
(٢) د غير موجود
(٣) سا ، د غير موجود
(٤) ح ، سا ، د خمسة
(٥) سا مصوبة
(٦) ف : ثلث
(٧) [خمسة وعشرين] : غير موجود في سا ، د
(٨) ف هـ ب مرة
(٩) [وهي (حـ ب مرة) الناقصة في كه سنة مصرية] : غير موجود في سا ، د
(١٠) ف : أيام - وفي سا ، د : الأيام
(١١) سا ، د : كذلك
(١٢) سا وتبقى - وفي د يبقى
(١٣) د : وعلى
(١٤) في هامش ح : [يعني أنه ينقص من واحد من الصفوف الدرج والكهور التي لموضع الشمس والقمر وعرض القمر وهي الفاضلة بعد الأدوار الثامنة في مدة كه سنة]
(١٥) سا ، د مشتركة
(١٦) في هامش ح : السنة - وفي سا ، د السنة
(١٧) ف : يح يا مح - وفي سا : لح يح يا مح - وفي د : لح يح نامح
(١٨) سا ، د : أجزاء
(١٩) د : ليزاد
(٢٠) سا ، د : إلى أين

شهرأ وقسم به (١) ومرة بثلاثة عشر شهرأ على مارآه أوفق (٢) وأقرب إلى المطابقة (٣) وذلك (٤) لأنه لو أسقط من السنة الأولى اثني عشر شهرأ من الشهور القمرية لم يقع الاجتماع الأول في الشهر الأول من شهور القبط لأن السنة القبطية وهي ثلاثمائة وخمسة (٥) وستون (٦) يوماً أزيد من السنة القمرية فاحتاج (٧) إلى (٨) أن يأخذ الشهور القمرية في أول التاريخ ثلاثة عشر شهرأ ليقع (٩) الاجتماع الأول في السنة الثانية في أول شهر من السنة القبطية ثم لم يكن بد من أن يجعل الشهور التي للسنة الثانية اثني عشر (١٠) شهرأ (١١) ليقع (١٢) أيضاً في الشهر الأول من السنة الثالثة وإلا لكان يقع لو زاد على اثني عشر شهرأ في الشهر الثاني عشر (١٣) في هذه السنة كما كان يقع لو لم يزد على اثني عشر شهرأ قبل الشهر الأول في السنة التي قبلها وذلك لأن أيام السنة القبطية وإن كانت أكثر (١٤) من أيام السنة القمرية فلأنها إذا نقص منها فضل الثلاثة عشر شهرأ القمرية عليها بقي الباقي أقل من أيام سنة واحدة قمرية فلم يحتمل الباقي اثني عشر شهرأ بل وقع خارجاً منها في الشهر الثاني ثم فضلاً عن أن يكون ثلاثة عشر شهرأ إلا أنه يقع خارجاً عنها بقدر ما يكون الباقي أكثر من سنة القمر فيحتاج لذلك أن تعاود استعمال ثلاثة عشر شهرأ فيكون (١٥) مرة كذا ومرة كذا (١٦) فإنه قد يفضل

-
- (١) سا : غير واضح
(٢) ف : الموفق
(٣) [على ما رآه أوفق وأقرب إلى المطابقة] : غير موجود في سا ، د
(٤) سا : ولذلك
(٥) سا ، د : غير موجود
(٦) د : وستين
(٧) سا : فيحتاج
(٨) سا ، د : غير موجود
(٩) د : لقع
(١٠) سا : عشرا
(١١) سا : غير موجود
(١٢) سا : د : وليقع
(١٣) سا ، د : غير موجود
(١٤) سا ، ف : أكبر
(١٥) [اباقي أكثر من سنة القمر فيحتاج لذلك أن تعاود استعمال ثلاثة عشر شهرأ فيكون] :
غير موجود في سا
(١٦) سا ، د : كذلك

تارة بأيام أكثر من نصف الشهر وتارة بأيام أقل فأريد ^(١) أن لا يقع الاتصال الشهري خارجاً عنه مع تحصيل أيام الفضل في الصف الثاني وعمل لاثني عشر شهراً أيضاً جدولاً في الصف الأول عدد اثني عشر شهراً وفي الثاني أيام كل شهر متزايدة وفي البواقي مواضع النبرين المذكورة .

فصل

في معرفة حساب الاجتماعات والاستقبالات الوسطى والحصة (٢)

وعلم كيف يعمل بهذه (٣) الجداول على أنك بأسكندرية (٤) لأن تاريخ الأيام بحسب أسكندرية (٥) قال ووجه (٦) حسابك أن يحسب (٧) لسنتك (٨) فاعلم (٩) كم هي (١٠) من أول سني التاريخ فإن وافق شيئاً من السنين (١١) المجموعة أخذت ما بإزائه من الصفوف كلها فكان (١٢) ما أخذت (١٣) من الصف الأول اليوم والساعة التي يقع فيها (١٤) الاتصال فإن كان دون ثلاثين فهو من (١٥) الشهر الأول وإن كان أكثر من ثلاثين (١٦) فهو من الشهر الثاني بتلك العدة الزائدة على

(١) د فأزيد

(٢) هـ : والحقة - وف ف : غير واضح - وف سا ، د : [فصل في معرفة حساب الاجتماعات والاستقبالات الوسطى بالحصة] : غير موجود

(٣) سا بهاذه

(٤) سا ، د بالإسكندرية

(٥) سا ، د الإسكندرية

(٦) سا : ووجه

(٧) ف يحسب

(٨) سا غير واضح - وف د : لسنتك

(٩) ف ، سا : فاعلم - وف د : فتعلم

(١٠) سا ، د هو

(١١) د السني

(١٢) د مكان

(١٣) سا ، د : [مافي واحدة] بدلا من [ما أخذت]

(١٤) سا منها

(١٥) سا ، د : غير موجود

(١٦) [من ثلاثين] : غير موجود في هـ ، د

ثلاثين ويكون ما يأخذه^(١) من الصفوف الأخرى هو مواضع الكواكب في تلك الساعة وإن لم يوافق أخذت ما يلزاه السنين^(٢) المجموعة من سنك من كل^(٣) صف^(٤) وأخذت ما يلزاه^(٥) ما بعده إلى سنك^(٦) من السنين^(٧) المفردة مثلا^(٨) إن كانت سنك الرابعة^(٩) بعد السنين المجموعة أخذت^(١٠) ما يلزاه أربع سنين من^(١١) الصفوف وأضفت^(١٢) كل ما أخذت من السنين^(١٣) المبسوطة إلى نظيره مما أخذت^(١٤) من السنين^(١٥) المجموعة كان أياما^(١٦) أو أجزاء مسير الزيرين فكان ما اجتمع من ذلك عدد الأيام وأجزاء موضع الزيرين فإن كان عدد الأيام دون^(١٧) شهر وذلك حين ما يكون لم^(١٨) يجتمع مما^(١٩) في الصفيين اللذين^(٢٠) للمجموعة والمبسوطة^(٢١) أيام^(٢٢) شهر مصرى وهو ثلاثين يوما فما اجتمع فهو اليوم والساعة من الشهر^(٢٣) الأول^(٢٤) من سنك وإن كان^(٢٥) ما اجتمع زائداً

(٢) د السن

(١) د ؛ مانأخذه

(٣) سا ل ل

(٤) سا : شء - وفى د سنى

(٥) سا غير موجود

(٦) سا : سنك

(٧) [من السنين] : مكرر فى ف . ف

(٨) ف ، سا ، د فأما

(٩) سا ، د : الرابع

(١٠) سا ، د : فأخذت

(١١) سا : مما فى - وفى د : كلا مما فى

(١٢) ف ، سا ، د فأضفت

(١٣) د : السن

(١٤) سا ، د أخذته

(١٥) د : السن

(١٦) سا ، د و

(١٧) د دور

(١٨) ف ، ما - وفى هاشم : [لم يجتمع مما فى]

(١٩) ف ، غير موجود

(٢٠) د اللتين

(٢١) سا فالبسوطة

(٢٣) د الشهور

(٢٥) سا غير موجود

(٢٢) د والمجموعة أيام أيام

(٢٤) د الأول

على^(١) ثلاثين نقصت ما احتمله من ثلاثين ثلاثين فما بقي فهو كذلك من الشهر الثاني أو الثالث^(٢) أو حيث انتهى فإن كان مع سنتك التي عرفت تاريخها من أول التحصيل شهر^(٣) مثلاً خمسة أشهر مضين من سنتك^(٤) أخذت ما يلزأ خمسة أشهر من الصفوف كلها فزدها^(٥) على ما اجتمع من السنين^(٦) المبسوطة والمجموعة وطرح ما اجتمع من أيام المبسوطة والمجموعة والأشهر ثلاثين ثلاثين فما فضل^(٧) فهو الوقت من الشهر الذي أنت فيه ولأن دقائق الأيام في هذه^(٨) الجداول بحسب^(٩) قسمة كل يوم إلى ستين^(١٠) لا إلى ساعاته^(١١) فيجب أن يكون ذلك أجزاء ساعة^(١٢) استوائية بأن تأخذ^(١٣) كل دقيقتين ونصف ساعة استوائية ثم تحسب فتعدل الساعات^(١٤) بتعديل الأيام بلياليها فقد يقع من ذلك فضل يعتد به وتحسب ما يلزأ ذلك الفضل من كل شيء على^(١٥) ما تعلم^(١٦) فيكون ذلك ساعة الاتصال الوسط من ذلك اليوم ومواضع الحركات الوسطى ثم تقومها على ما تعرف فإذا وجدت الثيرين حينئذ مجتمعين أو متقاطعين^(١٧) بالحقيقة فالانصال الوسط والمقوم واحد وإن رأيت القمر بعد^(١٨) لم يلحق أو جاوز الشمس فحصل للبعد بينهما فإن^(١٩) كان

(١) سا فهو حل (٢) ف : والثالث

(٣) شهر

(٤) [شهر مثلاً خمسة أشهر مضين من سنتك] : غير موجود في سا د

(٥) د : فزدها

(٦) د : السني

(٧) سا : حصل - وفي د : مما فضل

(٨) سا : هاذ

(٩) سا : تحسب

(١٠) ف : ستين - وفي سا : ستين

(١١) سا ، د : ساعته

(١٢) سا ، د : ساعات

(١٣) د : ياخذ

(١٤) ف : الساعات

(١٥) ف : في الهاش

(١٦) ف : يعلم

(١٧) سا : متقابلتين

(١٨) ف : في الهاش - وفي سا : غير موجود

(١٩) سا : وإن

القمر لم يلحق بعد فزد^(١) عليه^(٢) بعد^(٣) ما تسيره الشمس إلى أن يلحق بها^(٤) القمر
فهناك ساعة الاتصال وإن كان القمر جاوز الشمس في اتصالها فزد^(٥) على البعد
بينهما^(٦) ما تكون الشمس سارته حتى يحصل^(٧) هذا البعد^(٨) ومبلغ ذلك البعد^(٩)
بالتقريب جزء^(١٠) من اثني عشر جزء^(١١) من البعد الذي هو نصيب^(١٢) الشمس
من سيرها^(١٣) في ذلك البعد وعلى^(١٤) ما يتحقق ذلك من بعد فما خرج فهو ١٠ بين
القمر وموضع الاجتماع مع الشمس وإذا هو مقاطر موضع الاستقبال أعنى المقومين
فيذا فعلت ذلك^(١٥) فانظر في كم ساعة استوائية يسير القمر بسيره^(١٦) المعدل تلك
الأجزاء فذلك هو وقت الاتصال الحقيقي فتزيده أو نقصه من^(١٧) الوسط^(١٨) تزيده
إذا^(١٩) كان جاوز^(٢٠) بالمقوم ونقصه إن كان لم يلحق وذلك بحسب أسكندرية^(٢١)
قال وأنت يمكنك أن تأخذ^(٢٢) في كل وقت حركة القمر للساعات^(٢٣) بأن^(٢٤)

- (١) سا : فرد
(٢) في هامش ٥ : هل البعد
(٣) سا ، د : البعد
(٤) سا ، د : فرد
(٥) سا ، د : غير موجود
(٦) سا ، د : حصل
(٧) [بينهما ما تكون الشمس سارته حتى يحصل هذا البعد] : في هامش ٥
(٨) سا ، د : غير موجود
(٩) ٥ : جزءا
(١٠) ف ، سا ، د : جزءا
(١١) سا : نصف
(١٢) ف : مسيرها - وفي سا : مسيره - وفي د : سيره
(١٣) د : هل
(١٤) د : مكرر
(١٥) سا : سيره - وفي د : سيرها
(١٦) سا ، د : على
(١٧) سا : غير موجود
(١٨) سا ، د : إن
(١٩) سا : حار - وفي د : جاز
(٢٠) سا ، د : الإسكندرية
(٢١) د : يأخذ
(٢٢) د : بالساعات
(٢٣) ٥ : بين السطرين

تأخذ أولاً مسير الاختلاف للزمان المفروض وتأخذ^(١) من جداول التعديل ما يصيب الجزء الواحد من أجزاء الاختلاف من فضل التعديل في فلك البروج فإذا علمت كم فضل درجة واحدة نظرت كم أجزاء الاختلاف الوسط لساعة^(٢) فعلمت أنه كم يخصه من ذلك وأجزاء الاختلاف لساعة (ب) دقيقة و (يو)^(٣) ثانية فإذا عرفت^(٤) فضل تعديل درجة عرفت^(٥) فضل تعديل هذه^(٦) الدقائق فزيدت^(٧) أو^(٨) نقصت على ما يجب من^(٩) المسير الوسط في الطول لساعة^(١٠) فيكون هو الطول المعدل في ساعة ثم إذا علمت وقت الاستقبال والاجتماع الحقيقي بأسكندرية^(١١) فيمكنك^(١٢) أن تحول^(١٣) إلى غيرها^(١٤).

فصل

في بيان^(١٥) حدود كسوفات الشمس والقمر^(١٦)

ولما قوم الاتصالات أخذ في بيان حدود الكسوفات وهي نقطة للفلك المائل محدودة^(١٧) البعد من العقدة مشتركة بين القسي التي لا يقع فيها كسوف البتة والتي

-
- (١) د : وياخذ
 (٢) سا : غير موجود - وفي د : الساعة
 (٣) ع ، سا : غير واضح - وفي د : (و : م)
 (٤) د : عرف
 (٥) د : عرف
 (٦) سا : هاذ
 (٧) د : غير واضح
 (٨) سا ، د : و
 (٩) سا : في - وفي د : هل
 (١٠) د : ساعة
 (١١) سا ، د : بالإسكندرية
 (١٢) سا : أمكنك - وفي د : ليتمكنك
 (١٣) سا ، د : تحول من الإسكندرية
 (١٤) سا ، د : إلى غيرها إذا عرفت بالإسكندرية
 (١٥) ع : غير موجود - وفي د : في الهامش
 (١٦) [فصل في بيان حدود كسوفات الشمس والقمر] : غير موجود في سا ، د
 (١٧) سا ، د : محدود

يمكن أن يقع فيها كسوف . قال قد كنا حسبننا فيما سلف من كلامنا قطر (٢) القمر فكان (٢) يوتر (٣) وهو في بعده الأبعد من تدويره قوساً من الدائرة الكبيرة هي (حلا ك) (٤) والآن فإننا (٥) نريد أن نترصل من ذلك إلى أن نقرر (٧) حدود الكسوفات القمرية (٩) التي هي أعظم ما يكون أي أبعد (٩) ما يكون من العقدة طولاً ومن دائرة البروج عرضاً فيجب أن يكون ذلك والقمر أقرب ما يكون عند الاتصال من الأرض ليكون (١٠) أعظم في الرؤية وذلك أن يكون في حضيض التدوير وهناك قطع المخروط الظلي أيضاً أعظم . قال فلنبين ذلك من كسوفين رصداً والقمر في (١١) أقرب قربه الكائن في اتصالاته فذكر رصداً انكسف القمر فيه من ناحية الشمال فلا محالة أنه كان جنوبى العرض وكان مقدار الكسوف سبع (١٢) أصابع وحصل لوقوفه على القمر (١٣) موضع (١٤) الوقت (١٥) كان من اختلافه (١٦) (قسحه) (١٧) وهو بقرب حضيض التدوير من الشمالية (صح ك) (١٨) وكان (١٩) بينه وبين العقدة (ح ك) (٢٠) لا محالة فإذا (٢١) إذا (٢٢) كان (٢٣) قرب (٢٤)

-
- (١) سا : نظر
(٢) د : وكان
(٣) سا : يوتر
(٤) سا : ه لا ل - وفى د : ه لا
(٥) سا : فإنما
(٦) د : أنا
(٧) سا : [أفراد] - وفى د : [أمور] بدلا من [أن نقرر]
(٨) ف : كموفات القمر
(٩) سا ، د : بعد
(١٠) د : ليكو
(١١) د : و
(١٢) سا : سبع
(١٣) سا ، د : الوقت
(١٤) د : أن موضع
(١٥) فى هامش ب : بيان الوقت - وفى سا ، د : القمر
(١٦) سا : اختلافه
(١٧) سا ، د : غير واضح
(١٨) سا : قبح ل
(١٩) د : فكان
(٢٠) سا : د ح ل
(٢١) سا : فإذا
(٢٢) سا ، د : غير موجود
(٢٣) سا ، د : غير موجود
(٢٤) سا ، د : قربه

القمر (١) في (٢) أقرب قربه (٣) من الأرض وحيث يكون دائرة قطع المخروط أعظم (٤) ما يكون حيث (٥) يقع فيه القمر وذلك حيث بعده من العقدة في ماثلته ح ك فإنه يقع من القمر في الظل نصفه وجزء من اثني عشر . وذكر رصد آخر أيضاً كان اختلاف (٦) القمر فيه على حسب ذلك (٧) النظر (٨) (قمع مو) (٩) وهو قريب من الحضيض وكان بعده من العقدة (١٠) (رف لو) (١١) ومن (١٢) مركز الظل (١٣) على مثل تلك الدائرة (١٤) وكان الكسوف إلى الجنوب ثلاثة (١٥) أصابع فكان القمر لاحتالة شمالي العرض ففي مثل هذه الحال وقع في (١٦) الكسوف ربع قطر القمر لكن العرض (١٧) للقمر (١٨) في الرصد (١٩) الأول يكون لاحتالة (ح ح ك) (٢٠) وفي الثاني (٢١) (ح ح يد ن) (٢٢) وذلك بين إذا علم البعد (٢٣) من العقدة

(١) سا ، د : غير موجود

(٢) د : من

(٣) د : القمر - وفي سا : [قرب القمر] بدلا من [قربه]

(٤) سا : فلا

(٥) سا ، د : بحيث

(٦) سا : غير موجود

(٧) د : غير واضح

(٨) سا : القطر

(٩) سا ، د : قمع مر

(١٠) في هامش ب : الأرض

(١١) ف : رف لو - وفي د : ي لو و - وفي سا : غير واضح

(١٢) سا : من

(١٣) د : تلويره - وفي سا : غير موجود

(١٤) د : غير موجود

(١٥) ف : ثلاث

(١٦) د : غير موجود

(١٧) سا ، د : عرض

(١٨) سا ، د : القمر

(١٩) ف : رصد

(٢٠) سا ، د : ه د

(٢١) سا : غير موجود

(٢٢) سا : ه د آر - وفي د : ه يد ن

(٢٣) د : المقد

فلذن (١) قد كان بزيادة (ح يا مر) (٢) في قرب القمر من فلك البروج وهو بتقصان (٣) العرض يدخل من قطره ثلاثة وهو التفاوت بين الكسوفين ودقائقه ها هنا (ح يا مر) (٤) فلذن جميع قطره يوتر ثلاثة أضعاف هذه الدقائق وهو : (ح له ك) (٥) ولأن (٦) عرض القمر معلوم وكان دخل في الرصد الثاني ربعه ودقائق الربع من العرض معلوم وهي (ح ح ن) (٧) وهذه الدقائق أيضاً هي دقائق (٨) الربع (٩) الباقي (١٠) إلى المركز (١١) وهي التي بين طرف (١٢) الكسوف وبين مركز القمر فإذا أسقط هذا الربع من العرض فالباقي وهو نصف قطر دائرة قطع الظل في ذلك الموضع معلوم ويخرج بالحساب (ح مو) بالتقريب وهو أكثر (١٣) من ضعف وثلاثة أخماس نصف قطر القمر بشيء (١٤) لا يتعد (١٥) به ونصف قطر القمر في أقرب قرب القمر الكائن في اتفه الاته يكون (ح يرم) (١٦) بالتقريب وإذا علم نصف قطر الظل هناك ونصف قطر القمر فمجموعهما (١٧) عرض حد الكسوف ومجموعهما (أ ج م) . قد بين مقدار عرض القمر الذي هو حد الكسوف (١٨) وذلك

-
- (١) سا : فإذا
 (٢) سا : يد مر - وف د : يا من
 (٣) د : نقصان
 (٤) سا : يامر - وف د : يد من
 (٥) سا : ه ل ح - وف د : ه له ل
 (٦) ف : ولا محاله
 (٧) د : ح يه
 (٨) [أيضا هي دقائق] : وف هاش ف
 (٩) [من العرض معلوم وهي (ح ح ن)] وهذه الدقائق أيضا هي دقائق الربع [: غير موجود في سا
 (١٠) سا ، د : الثاني
 (١١) سا ، د : مركز القمر - وف ف : فوق [الباقي إلى المركز] نجد محالة
 [الثاني إلى مركز القمر]
 (١٢) سا : طرق
 (١٣) د : أكبر
 (١٤) سا : قسي
 (١٥) د : لا يفقده
 (١٦) سا ، د : ه يرم
 (١٧) سا : لمجموعهما - وف د : غير واضح
 (١٨) [ومجموعهما (أ ج م)] قد بين مقدار عرض القمر الذي هو حد الكسوف [: غير موجود في سا

إذا كان في بعده الأقرب وأما الشمس فإن نصف قطرها مساو لنصف قطر القمر في بعده الأبعد^(١) وهو معلوم ونصف قطر القمر في البعدين معلوم فإذا كلن البعد المرئي بين مركزي الشمس والقمر مساوياً لـ نصف قطر القمر في ذلك الحد ونصف قطر الشمس مجموعين وهو^(٢) حد الكسوف ونعلم ذلك بإحاطتنا باختلاف المنظر في كل موضع ولما^(٣) كان نصف المقدارين مجموع نصفى قطرى الشمس والقمر وذلك (ح لك)^(٤) لأن نصف قطر الشمس (ح به ما)^(٥) بالتقريب ونصف قطر القمر في البعد الأقرب (ح يرم)^(٦) فذلك (ح لك)^(٧) فإذا^(٨) كان عرض القمر (ح لك)^(٩) فإن البعد من العقدة (وكد)^(١٠) لأن للدرجة الواحدة من العرض بعد^(١١) إحدى عشرة^(١٢) درجة ونصف من العقدة ونجعل (ح لك)^(١٣) ثانياً^(١٤) ونستخرج^(١٥) الرابع فهذا حد الماسة وإذا لم يكن انحراف لم ينكشف فإن كان انحراف كان كسوف إذا كان الانحراف بالقدر الذى يوجب الانتقال^(١٦) عن الماسة إلى المقاطعة والستر^(١٧) وذلك إما في الطول حين^(١٨) يكون فلك البروج على^(١٩)

(١) د : د والأبعد

(٢) سا ، د : فهو

(٣) ف ، سا ، د : لا

(٤) سا : هـ يح له - وى د : هـ له له

(٥) سا : هـ هـ م - وى د : هـ يد م

(٦) سا ، د : يرم

(٧) ف : هـ له ك - وى سا ، د : له ل

(٨) سا ، د : وإذا

(٩) سا : يح له - وى د : له له

(١٠) د : كد

(١١) هـ : لهد

(١٢) هـ ، سا ، د : أحد عشر

(١٣) سا ، د : يح له

(١٤) سا ، د : غير واضح

(١٥) سا : ويستخرج

(١٦) سا ، د : غير موجود

(١٧) سا : والبير - وى د : والسر

(١٨) هـ ، سا ، د : حين ما

(١٩) د : عن

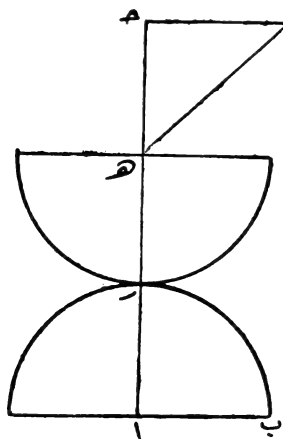
سمت الرؤوس وأما في (١) انحراف العرض (٢) إما إلى الشمال (٣) وإما إلى الجنوب
والذي إلى الشمال فيقع منه في الإقليم الأول إذا كان في (٤) الأسد ، والجوزاء (٥)
ثماني (٦) دقائق مجتسباً باختلاف المنظر للشمس فيصير مع نصف المقدارين
(ح ما) (٧) وحينئذ يكون قوس الطول (ل) (٨) فاستخراج (٩) الرابع (١٠)
قريباً من (رب) فإن زيد عليه اختلاف المنظر في الطول وهو ثلاثون دقيقة بالتقريب
يبلغ ذلك (ح ك ب) وأما أكبر (١١) ما يكون من الجنوب في الإقليم السابع (ن ح) (١٢)
دقيقة وحينئذ يكون غاية انحراف الطول (ح هـ) (١٣) وذلك في العقرب وفي الحوت
فيضاف الانحراف العرضي (١٤) إلى نصف المقدارين ويستخرج بالنسبة القوس
فيكون (ح بركو) (١٥) ويزاد عليها انحراف الطول فيكون (ح ير ما) (١٦) وهو (١٧)
إذن القوس من العقدة قال فقد بان أنه إذا لم يكن انحراف البتة فالقوس (وكد) (١٨)
وإن كان انحراف جنوبي فهي (١٩) (ح ك ب) أو كان انحراف شمالي فهي (ح ما) (٢٠)

-
- (١) د : غير موجود
(٢) سا ، د : في العرض
(٣) د : في
(٤) سا : بين السطرين
(٥) سا : الجوزاء
(٦) د : غير واضح
(٧) سا ، د : ما
(٨) ف ، سا ، د : غير موجود
(٩) ف ، سا ، د : باستخراج
(١٠) ف : الربع
(١١) سا ، د : أكثر
(١٢) م : يح - وفي سا ، د : ثمان وخمسون
(١٣) د : هـ
(١٤) د : العرض
(١٥) ها : يه كر - وفي د : به كو
(١٦) سا : ير ما - وفي د : نر ما
(١٧) سا ، د : فهو
(١٨) ف : ركد - وفي د : ن كر
(١٩) سا ، د : فهو
(٢٠) ف ، سا ، د : ير ما

وأنت تعرف الباقي وقد فهم هذا المعنى بشكل فقال ليكن (١) قوس أب من البروج وقوس د ج من المائل للقمر وليكونا مقدار ما يحوزانه (٢) في زمان الكسوف وليفرضا متوازيين عند (٣) الحس (٤) في أزمنة مسيرات الكسوف فإن ذلك غرضنا (٥) وليكن (٦) آ ه ج (٧) قطعة من الدوائر الكبار التي (٨) تمر (٩) بقطبي الدائرة المائلة ونصف دائرة الشمس حول أ ونصف دائرة القمر حول ه متماسين بالرؤية على رو : أ ه (١٠) وهو البعد المرئي بين مركزيهما عندما يكون النيران متماسين في الرؤية وهما مجموع نصف (١١) القطرين في كل بعد يفرض (١٢) من الأرض (١٣) وليكن (١٤) في (١٥) أقرب القرب مجموع ما بين (١٦) المركزين معلوماً (١٧) وفي كل بعد واختلافات منظر (١٨) القمر الثلاثة (١٩) في ذلك الإقليم وذلك البعد كلها معلومة قال فإن كان مركز القمر على الحقيقة عند د كان د ه اختلاف المنظر الكلي للقمر و : د ج بكاد (٢٠) أن يكون اختلاف المنظر في الطول و : ج ه في العرض وهي

-
- (١) سا : لتكن - وفي د : فليكن
(٢) سا : ما يحوزانه
(٣) سا : في - وفي د : غير موجود
(٤) د : بالحس
(٥) سا : عرضنا - وفي د : عرضا
(٦) سا : ولتكن
(٧) ف : في الماش
(٨) سا ، د : غير موجود
(٩) د : تم
(١٠) سا ، د : [ب و : آ ه]
(١١) سا ، د : غير موجود
(١٢) سا : مفروض
(١٣) ف : [الأرض وليكن في بعد يفرض من الأرض]
(١٤) سا : ولكن
(١٥) سا ، د : غير موجود
(١٦) في هاشي ه المقدارين - وفي سا ، د : [ما بين] غير موجود
(١٧) ف : غير موجود
(١٨) د : غير موجود
(١٩) د : الثلاث
(٢٠) د : فكاه

معلومة بالأصول السالفة و : د ج مساو لنظيره من فلك البروج الذى هو اختلاف المنظر فى الطول بالتحقيق مساواة بالتقريب إذا أخذت (١) الخطوط متوازية وجميع ذلك يكون معلوماً فى الشمال وفى الجنوب فى الأقاليم التى يفعل فيها (٢) اختلاف منظر فيصير قوس أ ه ج معلومة (٣) وقد تساهل (٤) فى أخذه (٥) خط أ ه ج قوس العرض فإن (٦) قوس العرض هى التى تخرج من قطبي البروج اللهم إلا أن يعنى بالدائرة المائلة دائرة البروج وعلى أن الاختلاف فى ذلك قليل جداً ونعود فنقول وليكن خط ج ه إلى الجنوب (٧) وليكن (نح) (٨) دقيقة فذلك أكثر ما يمكن فى أقاليمنا



شكل (١١٤)

إلى حيث أطول النهار (يو) ساعة من الانحراف العرضى فيكون ج د (٩) للطولى

(١) سا ، د : حدث

(٢) سا ، د : فيه

(٣) د : ما

(٤) د : يساهل

(٥) د : أحد

(٦) د : قال

(٧) [وليكن خط ه ا إلى الجنوب] : غير موجود فى سا

(٨) ف ، د : يح - وفى سا : يح

(٩) سا : ح - وفى د : ح -

(يه) (١) دقيقة (٢) وجميع أ ه ج (صا) (٣) دقيقة (٤) فقد عرف المرض عند هذا الحد وهو أول حد يمكن أن يقع فيه الكسوف الشمسي إلى الجنوب في هذه البلاد وذلك في العترب والحدوث فإذا (٥) عرف العرض (٦) المرئى عرف البعد الذى من العقدة في المائل وهو يكون (يركو) ويزيد عليه ج د وهو (يه) دقيقة فيكون (ير) جزء (٧) (ما) دقيقة (٨) وأما في جهة الشمال فتكون مقادير هذه القسي أجزاء (٩) فيخرج البعد عن العقدة (١٠) أقل ويكون حسابه على ما علمت (ح ك ب) فإن ه ج يكون أكثره (١٠) في البلاد المذكورة (ح) (١١) دقائق و : د ج : (ل) (١٢)

(١) سا : ه - وفى د ه

(٢) سا ، د : غير موجود

(٣) سا ، د : لا

(٤) سا ، د : غير موجود

(٥) سا ، د : وإذا

(٦) د : غير موجود

(٧) تعيين بعد القمر عن العقدة عند الكسوف

في شكل (١١٤) نفرض أن القمر والشمس متساويان بالرؤية : وأن نصف قطر الشمس هو ه ر ، ومركزها ه ، ونصف قطر القمر هو د ر ، ومركزه نقطة ه . وليكن ه البروج . ولنفرض أن ه د هو مسار للقمر ، وأن القمر في الحقيقة كان عند نقطة د ولكن اختلاف المنظر جعل مكانه المرئى عند نقطة ه .
نزل العمود د ج على ه ر ه .

هنا صلتجاً إلى افتراضات تقريبية هي :

أولاً : الدائرة المارة بقطبي مسار القمر تمر بمركزى الشمس أى أنها ه ر ه

ثانياً : العمود د ه الواقع على هذه الدائرة يكون موازياً لمثلث البروج

ثالثاً : عرض القمر المرئى هو ه ر والحقيق هو ه ر أى أنها مقاسان على الدائرة المارة بقطبي مسار القمر في هذا الشكل يكون د ه هو اختلاف المنظر في الطول ، ه ه اختلافه في العرض . والمفروض أننا نعرف د ه ، ه ر ه (نصف قطر الشمس + نصف قطر القمر) ، ميل مسار القمر د ه على البروج ه ه

∴ يمكن حساب بعد القمر د عن العقدة عند الكسوف

(٨) ه : أخرى

(٩) [في المائل وهو يكون (يركو) ويزيد عليه ه د وهو (يه) دقيقة فيكون (ير) جزءاً

(ما) دقيقة وأما في جهة الشمال فيكون مقادير هذه القسي أجزاء فيخرج البعد عن العقدة] : غير موجود في سا

(١٠) د : أكثر

(١١) سا : ثمانية - وفى د : ثمانية

(١٢) سا ، د : ثلاثون

دقيقة وذلك في الأسد والجوزاء فقد تبين أبعد حد الكسوف^(١) القمرى^(٢) في الشمال والجنوب في الدائرة^(٣) المائلة في مثل هذا الإقليم وعلى حسب ذلك فاعلم^(٤) أنت^(٥) من نفسك في إقليم آخره اختلاف منظر وإن لم يكن اختلاف منظر فخذ حيث العرض مجموع المقدارين قال ولما كان أكثر ما يقع من الاختلاف من^(٦) الاجتماع الوسط والمحقق هو مجموع اختلافي الشمس والقمر وذلك سبعة أجزاء^(٧) و (كد)^(٨) دقيقة^(٩) فإن غاية تعديل اختلاف القمر هو (١٥) ^(١٠)وغاية تعديل الشمس جزءان^(١١) (كد)^(١٢) دقيقة وذلك^(١٣) كله سبعة أجزاء و (كد)^(١٤) دقيقة وإلى أن يقطع^(١٥) القمر هذا القدر تكون^(١٦) الشمس قد سارت جزءاً من ١٣ (١٧) جزءاً منه وهو (لد)^(١٨) دقيقة وإلى أن يقطع القمر هذا أيضاً تكون الشمس قد سارت جزءاً من ١٣ (١٩) جزءاً^(٢٠) منه وهو قريب من (ج)^(٢١) دقائق^(٢٢)

-
- (١) سا ، د : كسوف
 (٢) سا : القمر - وف : د : الشمس - وف : هاشم : الشمس
 (٣) د : دائرة
 (٤) سا : تعلم - وف : د : فعلم
 (٥) د : أنه
 (٦) سا ، د : بين
 (٧) [سبعة أجزاء] : غير موجود في د ، سا
 (٨) سا ، د : وكده
 (٩) سا ، د : غير موجود
 (١٠) سا ، د : خمسة أجزاء ودقيقة
 (١١) هـ ، د : جزئين
 (١٢) سا ، د : وثلاثة وعشرون
 (١٣) سا ، د : فذلك
 (١٤) سا : وأربعة وعشرون - وف : د : وأربعة وعشرين
 (١٥) د : نقطة
 (١٦) سا ، د : فتكون
 (١٧) سا ، د : ثلاثة عشر
 (١٨) سا : له
 (١٩) سا ، د : ثلاثة عشر
 (٢٠) سا ، د : غير موجود
 (٢١) سا ، د : ثلاث
 (٢٢) د : وفا

وما تسيره الشمس في مدة سير القمر هذه الدقائق أقل من أن يعتد به فجملته (١)
 ما سارته الشمس إلى أن يلحقها القمر جزء من ١٢ (٢) جزءا من سير القمر إلى
 وقت اللحوق بالتقريب وهو (لر) (٣) دقيقة فليزده (٤) على اختلاف الشمس
 فيكون (جم) (٥) درج فإذا جمعنا التعديلين وهذا الفضل بلغ جميعه (د ر) (٦)
 وهو الذي يحتاج أن يقطعه (٧) القمر إلى وقت الاجتماع الحقيقي وهو غاية الفضل
 بين الاتصالات الوسطى والحقيقية وقد تبين من هذا أن الشمس تحتاج أن تتحرك
 بين الاتصال (٨) الحقيقي والوسط جزءا من اثني عشر جزءا (٩) مما يتحركه (١٠)
 القمر لكن القمر (١١) عند مثل هذا (١٢) الكسوف (١٣) الذي نحن في ذكره يكون (١٤)
 في البعد الأقرب من تدويره بحيث لا تعديل له ويبقى تعديل الشمس وزيادة ما تتحرك
 الشمس على النسبة المذكورة وإذا كان غاية تعديل الشمس (ب كح) (١٥)
 فالواجب أن يزيد جزءا من اثني عشر جزءا من ذلك وهو (يا) (١٦) دقيقة
 وشيء يكون جميع ذلك (ب لد) (١٧) دقيقة وهو ما يحتاج أن يقطعه القمر
 إلى الاجتماع الحقيقي لكن بطليموس أخذ مكانه (١٨) ما تسيره الشمس بين (١٩) الاتصالات

-
- (١) سا ، د : وفي جملة
 (٢) سا : له
 (٣) سا : فلنزده وفي : فليروه
 (٤) سا ، د : ثلاث
 (٥) ف : رير - وفي سا : سبعة أجزاء وسبعة وخمسين دقيقة - وفي د : سبعة أجزاء
 وسبع وخمسين دقيقة
 (٦) د : نقطة
 (٧) سا : الاتصالات
 (٨) سا ، د : جزءا
 (٩) د : يتحرك
 (١٠) سا ، د : غير موجود
 (١١) سا : ميل
 (١٢) في هاشم ب : وينظر
 (١٣) سا : يكون بين
 (١٤) سا : جزئين وثلاثة وعشرين دقيقة - وفي د : جزان وثلاث وعشرين دقيقة
 (١٥) سا : إحدى عشر - وفي د : إحدى عشرة
 (١٦) سا : جزئين وأربعة وثلاثين - وفي د : جزان وأربع وثلاثين
 (١٧) سا ، د : مكان
 (١٨) سا : من

الحقيقى والوسط وهو (لو) (١١) دقيقة وزاده على مسافة ما بينهما (٢) فبلغ ثلاث (٣) درج وهذا ما لا يكون فكأنه (٤) تساهل فى ذلك وأخذ (٥) الأمور على غاية حدودها فى الإفراط (٦) فإذن (٧) ينبغي أن يزيد الحد (٨) الكسوف الوسط وهو الذى لمركز (٩) التدوير ثلاث درج فيكون حد مركز التدوير فى الشمال ٢٥ جزءا ، ٤١ دقيقة (١٠) وفى الجنوب (يا) جزءا ، (كب) دقيقة وما بين (١١) القوسين (١٢) من القسي الأربع لا يمكن أن يقع فيها كسوف (١٣) البتة فلذا (١٤) بعد القمر الوسط (١٥) الدورى فى (١٦) جدول أعداد الاتصالات من النهاية الشمالية (سط) جزءا و (يط) دقيقة (١٧) فقد وانى الحد فلذا جازه (١٨) كان كسوف إلى أن يجوز الحد (١٩) الأول الجنوبى وهو (سط) يط (٢٠) ونعد (٢١) تمام القوسين (٢٢) اللتين (٢٣) أحدهما وهى الشمالية (ك ما)

-
- (١) سا : سه وثلاثون - وفى د : ست وثلاثون
(٢) [وزاده على مسافة ما بينهما] : غير موجود فى سا ، د
(٣) سا : ثلثه
(٤) سا : لكن كأنه - وفى د : بل كأنه
(٥) سا : لو أخذ - وفى د : أو أخذ
(٦) سا : الأطراف
(٧) فى هاشم ه : أى أنا سلكتنا مسلك بطليموس وزدنا مازاده
(٨) ف . ف . مجد
(٩) سا : غير واضح
(١٠) سا : [ل م ا] - وفى د : [ل ما] بدلا [٢٥ جزءا ، ٤١ دقيقة]
(١١) سا ، د : [يalb] بدلا من [(يا) جزءا ، (كب) دقيقة]
(١٢) سا ، د : بين (١٣) سا : قسي
(١٤) سا : وإذا (١٥) سا : الأوسط
(١٦) ف : غير موجود
(١٧) سا ، د : [سط يط] بدلا من [(سط) جزءا ، يط دقيقة]
(١٨) سا : جاوزه
(١٩) سا ، د : الجداول
(٢٠) سا ، د : [بعد سط] بدلا من [سط يط]
(٢١) د : وبعد
(٢٢) ه : القوس
(٢٣) سا : اللذين - وفى د : غير موجود

والأخرى (١) وهى الجنوبية (ياكب) (٢) وذلك كله (قيا) جزءا
(كب) دقيقة (٣) فإذا جاز لا يكون البتة كسوف إلى (٤) أن (٥) يسير
(رنج) (٦) جزءا و (لح) دقيقة (٧) فيقصّر (٨) عن العقدة الأخرى من جهة
الجنوب (يا) جزءا (كب) دقيقة (٩) وهو بعد العقدة بقوس من الشمال
مبلغها (ياكب) (١٠) ثم يدخل (١١) فى حد الكسوفات إلى أن يجوز (رس) (١٢)
جزءا (ما) (١٣) دقيقة فلا يقع كسوف البتة ولما كان كما تبين حد كسوف
القمر حيث عرض القمر (سح) دقيقة (لو) ثانية (١٤) ونسبة (١٥) العرض
إلى البعد عن العقدة على (١٦) ما بينا (١٧) هى (١٨) نسبة جزء إلى أحد عشر ونصف
فيكون بعده عن العقدة (بب) درجة (١٩) (بب) دقيقة (٢٠) ولما يتبين (٢١) بعينه يزداد
الوسط (٢٢) ثلاثة أجزاء لأن حكم هذا فى المقاطرة كحكم ذلك فى المقارنة

-
- (١) سا ، د : والآخ
(٢) د : يالب
(٣) سا ، د : [يالب] بدلا من [(قيا) جزءا ، (كب) دقيقة]
(٤) د : غير موجود
(٥) ف : فى الهامش
(٦) ف : ديع
(٧) سا ، د : [ر يح لح] بدلا من [(رنج) جزءا ، (لح) دقيقة]
(٨) سا : فتقصّر
(٩) سا ، د : [ياكب] بدلا من [(يا) جزءا ، (كب) دقيقة]
(١٠) فى هامش ف : [ما] - وفى سا ، د : [ل ما]
(١١) سا : تدخل
(١٢) سا ، د : مائتين وتسعين
(١٣) سا ، د : وإحدى وأربعين
(١٤) سا ، د : [ا ح لو] بدلا من [(ح) دقيقة ، (لو) لالية]
(١٥) سا : فنسبة
(١٦) سا : بين السطرين
(١٧) سا ، د : ماقلنا
(١٨) سا ، د : غير موجود
(١٩) [بب درجة] : غير موجود فى ف - وفى د : [على ماقلنا بب]
(٢٠) سا ، د : [بب يب] بدلا من [(بب) درجة ، (بب) دقيقة]
(٢١) سا ، د : تبين
(٢٢) سا ، د : للوسط

في أنه لا تعديل البتة ^(١) بل القمر على أوج التدوير دائماً والذي بين ^(٢) الاتصاين هو تعديل الشمس مع زيادة حركة الشمس في المدة المعلومة فيكون أول ^(٣) حد الكسوف بعد ^(٤) القمر ^(٥) بالوسط (به يب) وذلك واحد في جميع الجوانب فإذن ^(٦) إذا كان بعده من الشمالية إلى (عد مع) لم يكن كسوف ثم يكون إلى (قه يب) ^(٧) ثم لا يكون إلى (و ند مع) ^(٨) ثم يكون إلى (د له يب) ^(٩) ثم لا يكون ^(١٠) ونضيف ^(١١) إلى آخر جداول الاتصالات حدود ^(١٢) الكسوف ليسهل ^(١٣) العمل بها .

فصل

في أبعاد ما بين الشهور التي قد يكون فيها الكسوفات ^(١٤)

ثم أخذ يعرف في كم مدة يعود الكسوف حتى لا نحتاج أن يرجع ^(١٥) إلى الحساب في كل اتصال فننظر هل ^(١٦) يكون كسوف أم لا ^(١٧) يكون بل إنما

(١) سا ، د : منه

(١) سا ، د : التي

(٢) في هاشم : [أول حد بعد مركز الكسوف للقمر بالوسط] ، [يعني حدود

كسوف الثريين التي لعرض القمر]

(٤) سا ، د : [بعد المركز الكسوف] بدلا من [الكسوف بعد]

(٥) د : للقمر

(٦) سا : فإذا

(٧) د : ق يب

(٨) م ، د : ر يد مع - وفي سا : غير واضح

(٩) سا ، د : رقه يب

(١٠) [إل د له يب ثم لا يكون] : غير موجود في ف

(١١) سا ، د : جدول

(١٢) سا ، د : جدول

(١٣) د : يسهل

(١٤) [فصل في أبعاد ما بين الشهور التي قد يكون فيها الكسوفات] : غير موجود

في سا : د

(١٥) د : يرجع

(١٦) ف : في هاشم

(١٧) سا : أم لا

نرجع ونشتغل (١) بمراعاة (٢) ذلك عند حصول المدة التى فى مثلها (٣) يقع الكسوف ولما كانت المدة الوسطى الخمسة (٤) أشهر من اتصال إلى اتصال بالوسط إذا فرض فيها للشمس أسرع مسيرها ليمكنها أن تقطع أقصر ما بين حدى الكسوف كان (٥) أسرع مسيرها يزيد على مسيرها الوسط الذى هو (قمه لب) (٦) بأربعة أجزاء و (ي ح) (٧) دقيقة وإذا فرض فيها للقمر أبطأ السير حتى لا يتجاوز ما يتأخر عن هذا الوسط المشترك ويكون ما بين (٨) الوسط والحقيقى (٩) مهلة (١٠) تتحرك (١١) الشمس فيها زيادة مسافة فيزيد ذلك فى مهلة (١٢) الشمس وإذا فرض ذلك كان تعديل القمر الناقص مقدار (ح م) لأن أكثر فضل سيره فى اختلافه فى تلك المدة يكون (قكط) (١٣) جزءا و (٥) دقائق (١٤) ويكون (١٥) البعد بينهما (ح) جزءا و (ي ح) دقيقة (١٦) والجزء من اثنى عشر من ذلك لوقت (١٧) لحوقه الشمس وهو (ا و) (١٨) فيكون (دلج) (١٩) بالتقريب

-
- (١) سا ، د : يستعمل
(٢) د : مراعاة
(٣) سا : مثله
(٤) سا : بخمسة
(٥) [أقصر ما بين حدى الكسوف كان] : فى هامش سا
(٦) سا ، د : قد لب
(٧) ف ، سا ، د : و (ل ح)
(٨) سا ، د : بين
(٩) سا ، د : الحقيقى
(١٠) سا : غير واضح
(١١) سا : تتحول
(١٢) سا : غير واضح
(١٣) ف : قيط
(١٤) سا ، د : (قلط ه) بدلا من [(قكط) جزءا و (ه) دقائق]
(١٥) سا ، د : فيكون
(١٦) سا : (ي ح ل ح) - وى د : (ل ح ل ح) بدلا من [(ي ح) جزءا ، (ي ح) دقيقة]
(١٧) سا : الوقت - وى ب : غير موجود
(١٨) سا : درجة وستة دقائق - وى د : درجة وست دقائق
(١٩) د : و ل ح

ويسير (١) العرض (قح كا) (٢) وهو درجة وست (٣) دقائق تزداد على فضل اختلاف الشمس فيكون (هـ مد) بالتقريب فإذا زدنا على الوسط تعديلاً الشمس مع هذه الزيادة وهو درجة وست دقائق كان الجميع (قط) (٤) (جزءاً و (٥) (٥) دقائق (٦) ويسير (٧) القمر في هذه المدة في العرض (٨) (قح كا) (٩) لكن حدود (١٠) الكسوفات (١١) لبعده القمر الوسط من الأرض هو حيث العرض جزء واحد لأنه كن (١٢) للأقرب عرض جزء وثلاث دقائق و (لو) ثانية وهو مجموع المقدارين وللأبعد عرض (١٣) (نو) دقيقة و (كد) ثانية (١٤) والواحد كالواسطة بينهما فهو عرض الواسطة بينهما وحيث العرض جزء واحد (١٥) فإن بعده من العقدة (فا) (١٦) جزءاً و (ل) دقيقة (١٧) فإذا أسقط (١٨) ضمه من (١٩) نصف الدائرة بقى (قنر) (٢٠) جزءاً (٢١) وقوس (٢٢) هذا الاتصال يزيد

-
- (١) د : ويسير
(٢) سا : وستة
(٣) ف : قط - وفي سا ، د : مائة ولسعة وخمسين
(٤) سا ، د : وخمس
(٥) في هاشب : وهو مايسير القمر في هذه المدة بالحقيقة
(٦) سا ، د : ويسير
(٧) [في العرض] : غير موجود في سا
(٨) ف ، سا : قيم كا
(٩) د : حدود
(١٠) (١١) سا ، د : الكسوف
(١٢) سا : غير موجود
(١٣) ف : لو
(١٤) سا : [هـ يوكد] - وفي د : [هـ نوكد] بدلا من [(نو) دقيقة
(كد) ثانية]

(١٥) د : كرر بعد ذلك جزءاً مما سبق على الصورة التالية [لأنه كان للأقرب عرض جزء وثلاث و (لو) ثانية وهو مجموع المقدارين للأبعد عرض (هـ نوكد) والواحد كالواسطة بينهما وحيث العرض جزء واحد]

- (١٦) ف : يا
(١٧) سا : [يال] - وفي د : [فال] بدلا من [(فا) جزءاً ، (ل) دقيقة]
(١٨) د : سقط
(١٩) سا ، د : من
(٢٠) ف ، سا : قير
(٢١) سا ، د : غير موجود
(٢٢) سا : وهو نفس

عليه بجزئين (١) و (٥) (٢) دقائق فإذا (٣) هي قوس كسوف وهذا الفضل الذى بين (٤) الخمسة الأشهر الوسطى وبين الحقيقة هو (٥) مسير (٦) القمر الحقيقى من اتصال إلى اتصال دون الذى لمسير (٧) مركز التدوير فإذا (٨) يمكن أن يقع فى طرفى أكثر ما يكون من خمسة أشهر كسوفان قديان ولكن من جهة واحدة لا غير وأما أنه هل يعود كسوف فى أقصر مدة سبعة أشهر طالبا لأن لا يكون قوس (٩) ما بين الاتصاليين زائدا على القوس التى طرفها داخل فى حد الكسوف من الجهة المقاطرة (١٠) لنقطة (١١) الكسوف قال فإن (١٢) هذا لا يمكن وإن جعلنا مسير الشمس أبداً ما يكون ومسير القمر أسرع ما يكون حتى بلحقها فى أقرب مدة قبل القوس المذكورة لأن قوس القمر فى هذه المدة الوسطى بالمسير الوسط ٢٥٣ أجزاء و (مه) دقيقة (١٣) وتعديل القمر الزائد يكون (ط) (١٤) أجزاء و (نح) (١٥) دقيقة لأن قوس الاختلاف يكون (فب) (١٦) جزءا و (مح) دقيقة (١٧) وأكبر (١٨) تعديل الشمس الناقص يكون فى مسيره (١٩) فى مثل (٢٠)

-
- (١) ف : بحرين - وف : د : عشرون
(٢) سا ، د : وخمس
(٣) سا : فإذا
(٤) سا ، د : بين الأيام
(٥) ف : وهو - وف : سا ، د : هي
(٦) سا ، د : بمسير
(٧) د : بمسير
(٨) سا : فإذا
(٩) د : قوس ط
(١٠) د : المقاطر
(١١) د : ولنطقه
(١٢) سا : غير موجود
(١٣) سا ، د : [رح مه] بدلا من [٢٥٣ أجزاء ، (مه) دقيقة]
(١٤) سا ، د : تسعة
(١٥) ف : و (يح) - وف : سا ، د : وثمانية وخمسين
(١٦) ف : قف
(١٧) سا ، د : [قف مح] بدلا من [(فب) جزءا ، (مح) دقيقة]
(١٨) : غيوف واضح - وف : د : واكثر
(١٩) سا ، د : سيره
(٢٠) سا : ميل

هذه المدة (١) أربعة أجزاء و (مب) دقيقة (٢) وأنت تعلم أنه إذا كان هكذا يكون القمر قد أدرك (٣) الشمس بالمسير (٤) المقوم قبل إدراكه لها بالوسط (٥) وتكون (٦) الشمس قد أدركت قبل أن بلغت وسطها لأنها ناقصة السير (٧) ويكون بين الوسطين مجموع التعديلين وهو (يد م) (٨) والجزء من اثني عشر (٩) منها معلوم فإذا (١٠) زيد ذلك على تعديل الشمس بلغ (٥ نه) (١١) وذلك (١٢) مبلغ ما يجب أن ينقص من وسط القمر في العرض وكان قوس الاتصال (٥ نه) (١٣) ومسير القمر في العرض يكون في (١٤) هذه المدة (ريد) جزء و (مب) دقيقة (١٥) فإذا نقص منه هذه الأجزاء بقى قوسه المائل (رح) أجزاء (مر) دقيقة (١٦) وهو أعظم من إحدى القوسين (١٧) التي (١٨) يقع فيها (١٩) الكسوف (٢٠) وأصغر من التي (٢١) تليه (٢٢) فإذا (٢٣) لا يمكن أن يكون في

-
- (١) سا ، د : المدة يكون
(٢) سا : [د مت] - وف د : [د مب] بدلا من [أربعة أجزاء ،
(مب) دقيقة]
(٣) د : أدركته
(٤) ف ، سا ، ف : السير
(٥) د : بالمسير الوسط
(٦) سا : ويكون
(٧) د : غير واضح
(٨) (وهو (يد م)) : غير موجود في سا ، د
(٩) في هامش ف : [وهو ف نه]
(١٠) سا : فإذا
(١١) ف : ه ه - وف سا : ه ه ف
(١٢) سا ، د : فذلك
(١٣) ف : ه ه - وف هامش ف : رح - وف سا : ه ياه - وف د : ه فاه
(١٤) سا ، د : غير موجود
(١٥) سا ، د : [ريد ما] بدلا من [(ريد) جزما ، (مب) دقيقة]
(١٦) سا ، د : [رح مر] بدلا من [(رح) أجزاء ، (مر) دقيقة]
(١٧) سا ، د : القوس
(١٨) د : الذي
(١٩) سا ، د : في
(٢٠) د : القوس
(٢١) سا ، د : الذي
(٢٢) د : يليه
(٢٣) سا : فإذا

طرفى (١) سبعة أشهر البتة كسوفان قمریان والنظر هل يمكن أن (٢) يكون
للشمس كسوفان فى طرفى مدة خمسة أشهر فى بلد واحد بعينه فنقول (٣) قد علم
أن قوس القمر من المائل فى أطول مدة خمسة أشهر (٤) (قسط هـ) (٥) والقوس
التي (٦) لا كسوف فيها فى بعد القمر الوسط إلا باختلاف المنظر دون نفس الماسة
هى (قمر) جزءا (لو) دقيقة (٧) لأن المقدارين هناك (لب) دقيقة (ك)
ثانية (٨) لأن (٩) نصف (١٠) قطر القمر فى البعد الأوسط جعل زائدا على نصف قطره
فى البعد الأبعد فتضيف زيادة الأوسط على الأبعد إليه فكان (١١) (يو) دقيقة
و (م) ثانية (١٢) ونصف قطر الشمس تقريبا (يه) دقيقة و (م) ثانية (١٣) وذلك (١٤)
(لب) دقيقة و (ك) ثانية (١٥) والبعد من العقدة ستة أجزاء و (يب) دقيقة (١٦)
فقد فضل القوس التي لا كسوف فيها بثمانى (١٧) درج (لا) (١٨) دقيقة وهذا
المقدار يوجب زيادة عرض على حد الكسوف مبلغها (مه) دقيقة (١٩) بالتقريب

(١) سا ، د : طرف

(٢) ف : فى المماس

(٣) سا ، د : غير موجود

(٤) سا ، د : أشهر هو

(٥) ف ، سا : قيط هـ

(٦) سا ، د : التي

(٧) سا : [قسط لو] - وفى د : [قمر لو] بدلا من [قمر] جزءا

(لو) دقيقة [

(٨) سا ، د : [هـ لب ل] بدلا من [لب) دقيقة ، (ل) ثانية [

(٩) سا ، د : وذلك لأن

(١٠) سا : ينصفه

(١١) د : وكان

(١٢) سا : [هـ يو ح وكان يو م] - وفى د : [هـ يو م] بدلا من [يو)

دقيقة ، (م) ثانية [

(١٣) سا ، د : [هـ يه م] بدلا من [يه) دقيقة ، (م) ثانية [

(١٤) سا ، د : فذلك

(١٥) سا ، د : [لب ل] بدلا من [لب) دقيقة ، (ل) ثانية [

(١٦) سا ، د : [و يب] بدلا من [ستة أجزاء ، (يب) دقيقة [

(١٧) ف ، سا : بثمانية - سوى د : ثمان

(١٨) سا : واحد وثلاثين - وفى د : وإحدى وثلاثين

(١٩) سا ، د : [هـ م] بدلا من [(م) دقيقة [

فلان أمكن أن يقع في أحدا الاجتماعين من اختلاف المنظر ما هو أكثر من هذا المقدار
 أمكن وإلا لم يمكن ثم من البين على ما قلنا إن حركة الشمس إذا وضعت (١) أسرع
 ما يكون في هذه المدة وأعظم اختلافا وذلك من ثلثي السنبلة إلى ثلثي الدلو (٢)
 وحركة القمر أبداً ما يكون كان البعد بين النيرين (٣) على ما قلنا مجموع التعديلين
 وهو (يح) جزءا و (يح) دقيقة (٤) ويزاد عليه جزء من اثني عشر (٥) ليكون (يد)
 جزءا و (كد) دقيقة (٦) والقمر يسير هذا القدر في يوم وساعتين وربع فلنزد ذلك
 على أيام خمسة أشهر وسطى التي هي (قمر) يوما و (به) ساعة ونصف وربع
 ساعة نجتمع المدة العظمى لخمس (٨) أشهر في هذا المكان (٩) (قمح) يوما
 و (يح) ساعة (١٠) وتحتاج إلى موافاة الوقت الذي كان فيه الكسوف الأول إلى ست
 ساعات أخرى ثم لسا نجد في جميع هذه (١١) المكسونة اختلاف منظر إلى الشمال
 في البرجين المذكورين في هذا المكان قبل موافاة هذه بست ساعات بحيث يكون
 زائلا على (مه) دقيقة (١٢) لا بانفراد ولا باجتماع بأن (١٣) يكون بعضه (١٤) واقعا في
 الكسوف الأول وبعضه (١٥) واقعا (١٦) في الكسوف الثاني حتى (١٧) يدارك (١٨)

(١) د : وصفت

(٢) سا : الدلو

(٣) د : البعدين

(٤) سا ، د : [يح لح] بدلا من [يح (جزءا) ، (يح) دقيقة]

(٥) سا : عشر جزءا

(٦) سا ، د : [يد كد] بدلا من [يد (جزءا) ، (كد) دقيقة]

(٧) سا : وخمس عشر - وفي د : وخمس عشرة

(٨) ف ، سا : بخمس

(٩) د : غير موجود

(١٠) د : و (لح)

(١١) سا ، د : غير موجود

(١٢) سا ، د : [خمسة وأربعين] بدلا من [(مه) دقيقة]

(١٣) د : من أن

(١٤) سا ، د : نقصه

(١٥) سا ، د : ونقصه

(١٦) ف : في الماش

(١٧) في الماش ه : [.... مدة الكسوف]

(١٨) سا : غير واضح

طرفا الكسوف المدة وذلك عند ما يكون القمر في الجهة الجنوبية من الشمس ومن فلك البروج حتى يقع اختلاف المنظر الموجب للكسوف شماليا بأن (١) يكون متوجها من الذنب إلى الرأس وأما الانحراف إلى جهة الجنوب فقد يمكن أن يقع اختلاف (٢) المنظر في البرجين ما يزيد على ذلك قبل تنمة المدة المذكورة بالست (٣) الساعات (٤) المذكورة (٥) وذلك إذا كان الغارب (٦) في الاجتماع الأول ثلثي (٧) السنبلة وكان وسط السماء في الاجتماع الثاني ثلثي (٨) الدلو ففي هذا الموضع (٩) يقع للقمر في بعده الوسط انحراف جنوبي إذا احتسب كالذي (١٠) للشمس يبلغ (١١) المقدار (١٢) المطلوب (١٣) أما تحت معدل النهار ففي ثلثي العذراء (١٤) (كب) (١٥) دقيقة وثلثي الدلو (يد) دقيقة (١٦) وأما حيث يكون أطول نهارهم اثنتي عشرة ساعة ونصفا (١٧) ففي ثلثي العذراء (١٨) (كر) (١٩) دقيقة (٢٠) وفي ثلثي الدلو (كب) دقيقة (٢١)

-
- (١) سا : فإن
(٢) د : من اختلاف
(٣) ست : بالست
(٤) د : ساعات
(٥) [بالست الساعات المذكورة] : غير موجود في سا
(٦) سا : العارف
(٧) د : ثلثا
(٨) سا ، د : ثلثا
(٩) سا : الوضع
(١٠) ف ، سا ، د : بالذي
(١١) سا : نبيلغ
(١٢) سا ، د : المدة
(١٣) سا ، د : المطلوبة
(١٤) د : المعد لا هـ
(١٥) سا : هـ كب
(١٦) د : غير موجود - وفي سا : [هـ يد] بدلا من [(يد) دقيقة]
(١٧) ست ، د : ونصف
(١٨) د : العلواء
(١٩) ست : غير واضح - وفي د : كد
(٢٠) د : غير موجود - وفي سا : [هـ كر] بدلا من (كر) دقيقة
(٢١) سا ، د : [هـ كب] بدلا من [(كب) دقيقة]

و مجموعهما يزيد على (مه) (١) بأربع دقائق وكلما أمعن في الشمال كانت الزيادة أكثر وهذا يكون في الجانب الشمالى من الشمس لا محالة بأن يكون (٢) القمر (٣) متوجها من الرأس إلى الذنب فهذا (٤) ما فعله بطليموس وأما في أقصر ما يكون من سبة أشهر فقد يمكن للشمس أيضا ذلك إذ قد تبين في باب كسوف القمر أن فضل القوس في المائل يكون في هذه المدة (رح) جزاء و (مر) دقيقة (٥) والقوس التي الكسوف (٦) فيها في بعد القمر الوسط أصغر منه بستة عشر جزاء و (كج) (٧) دقيقة لأن تلك القوس (قصب) (٨) جزاء و (كد) دقيقة (٩) أعنى القوس التي تبتدىء من الحلد (١٠) الذى قبل عقدة وتنتهى (١١) إلى الحلد (١٢) الذى بعد العقدة المقابلة وبين العقدتين (قف) (١٤) درجة تزداد (١٥) من الجانبين ضعف و (يب) في البعد الأوسط (١٦) وقد كان في الأقرب (ركد) (١٧) فيصير (١٨) (قصب كد) وفي العرض جزء (١٩) واحد و (كه) (٢٠) دقيقة فحيث (٢١) يكون انحراف واحد أو مجموع (٢٢) انحرافين يزيد عليه بعد

-
- (١) سا ، د : خمسة وأربعين (٢) سا : يكون بينهما
(٣) د : غير موجود (٤) سا : وهذا
(٥) سا ، د : [ر ح مر] بدلا من [ر ح جزاء ، (مر) دقيقة]
(٦) ف ، سا ، د : لكسوف
(٧) د : كج (٨) ف : صب
(٩) سا ، د : [قصب كد] بدلا من [قصب جزاء ، (كد) دقيقة]
(١٠) ف : الجدى
(١١) د : وينتهى
(١٢) ف : أبجد
(١٣) [إلى الحلد الذى] : غير موجود في سا
(١٤) سا : مائة وثمانون - وفي د : مائة وثمانين
(١٥) سا ، د : يزاذا
(١٦) د : الوسط
(١٧) ف ، سا ، د : في كد
(١٨) د : قنصير
(١٩) سا : بجزء
(٢٠) سا ، د : وخمسة وعشرين
(٢١) سا : فحيث
(٢٢) ف ، سا ، د : ومجموع

أن يحسب بانحراف الشمس يزيد عليه فهناك يمكن ذلك ومعلوم أن سير الشمس
ههنا يكون من ثلثي الدلو إلى ناحية العذراء (١) وقد علمت البعد بين الشمس والقمر
في هذه المدة وما تسيره (٢) الشمس إلى لحوق (٣) القمر إياها وهو (بدم) (٤) وجزء
من اثني عشر (٥) والقمر يسير هذا القدر في يوم واحد وخمس ساعات فينقص
هذا من المدة الوسطى نسبة (٦) أشهر التي هي (رو) (أيام) (٧) (بر) ساعة
يبقى (رو) (أيام) (٨) (يب) ساعة فيبقى إلى وقت الاجتماع الأول الذي كان في
آخر (٩) الدلو (يب) ساعة فالبلاد التي يكون فيها للشمس انحراف منظر في أحد
البرجين يزيد على (١٠) الجزء (١١) الواحد والخمس (١٢) والعشرين (١٣)
دقيقة أو في (١٤) كليهما مجموعين ويكون بين (١٥) جهتي اثني عشرة (١٦) ساعة
بأن يكون أحدهما مغربا والآخر مشرقا لا محالة حتى يكونا فوق الأرض وهناك (١٧)
يمكن عود الكسوف فأما (١٨) إذا اعتبر (١٩) انحراف المنظر إلى جهة الشمال فغير

(١) [فهناك يمكن ذلك ومعلوم أن سير الشمس ههنا يكون من ثلثي الدلو إلى ناحية العذراء] :

غير موجود في سا

(٢) سا : تسيرها

(٣) سا : نحو

(٤) سا : حد م

(٥) سا : عشر جزءا

(٦) سا : بسبعة

(٧) ف : [ر وإيام] - وف سا : [ر ه يوما]

(٨) د : يوما

(٩) سا ، د : أجزاء

(١٠) ف : عليه

(١١) ف : في الخامس

(١٢) هـ ، د : والخمس

(١٣) سا : والخمس وعشرين

(١٤) د : وفي

(١٥) د : في

(١٦) هـ ، سا : اثني عشر

(١٧) د : فهناك - وف سا : غير واضح

(١٨) سا ، هـ : وإما

(١٩) د : غير واضح

يمكن البتة لأنه (١) لا يبلغ الانحراف الشمالى فى البعد الأوسط (٢) أزيد من (كه) (٣) دقيقة ولا (٤) يجوز إذن أن يكون (هـ) هذان الكسوفان فى القطعة الجنوبية من المائل وأما إذا كان الانحراف إلى الجنوب فقد يمكن إذا كان العرض شماليا وأول الدوائر المتوازية التى يمكن فيها (٦) ما يحاذى جزيرة رودس (٧) وذلك إذا كان آخر (٨) الدوائر مشرقا (٩) وآخر (١٠) السنبلة (١١) مغربا (١٢) فإن القمر ينحرف منظره فى كل واحد منهما إلى الجنوب بقرب من (مو) دقيقة (١٣) فإذا جمعا كان (لب) (١٤) وهو أكثر من جزء و (كه) (١٥) دقيقة (١٦) وكلما أمكن فى الشمال زادت الدقائق ونقول إنه لا يمكن فى طرفى شهر واحد أن تنكشف الشمس مرتين فى موضع البتة وإن جمعنا جميع (١٧) شرائط الكسوف التى لا تجتمع حتى كان القمر فى أقرب قربه (١٨) ليزيد الانحراف وزمان الشهر (١٩) أقصر ما يكون والبرج (٢٠) أعظم إيقاعا للانحراف والساعة أولى الساعات بزيادة الانحراف الزائد والقمر أسرع ما يكون حتى يكون (٢١) الاجتماع أقرب وإنما

-
- (١) سا : لا يمكن أن
(٢) سا ، د : ثلاث وعشرين
(٣) سا : [أن يكون إذن] بدلا من [إذن أن يكون]
(٤) سا ، د : فى
(٥) ف : ودس
(٦) سا ، د : أوآخر
(٧) سا ، د : مشرقيا .
(٨) سا : وأوائل - وفى د : وأواخر .
(٩) سا : السنة .
(١٠) سا ، د : مغربيا .
(١١) سا ، د : (مو) بدلا من [(مو) دقيقة]
(١٢) ف : (صب) - وفى سا ، د [هـ صب]
(١٣) سا ، د : وخمس وعشرين
(١٤) [فإذا جمعا كان (لب) وهو أكثر من جزء ، (كه) دقيقة] : فى هاشم
(١٥) د : فى
(١٦) د : حده
(١٧) سا : الشهر أيضا
(١٨) سا ، د : والبروج
(١٩) [أسرع ما يكون حتى يكون] : مكرر فى د

لا يمكن ذلك لأن قوس مسير الوسطى سير^(١) النيرين يكون (كط) جزءا وست (٢) دقائق (٣) وأكثر اختلاف القمر (كه) و (مط) دقيقة (٤) وتعديله الزائد جزئين و (كح) دقيقة (٥) الزائد (٦) وتعديل الشمس الناقص جزء واحد وثمانى (٧) دقائق (٨) فإذا (٩) أخذنا الجزء الواحد من اثنى عشر جزءا من مجموعها وزدناه^(١٠) على تعديل الشمس يكون حينئذ الاجتماع المقوم متقدما (١١) على الوسط بجزء واحد و (كو) (١٢) دقيقة ومسير القمر في عرضه لمدة شهر وسط (١٣) (ل) جزءا و (م) دقيقة (١٤) فإذا أنقصنا منه هذا التعديل (٢٤) فما (١٥) يزيد عليه كان السير في العرض أقصر شهر (كط يد) وعرض هذه الأجزاء (١٦) إذا أخذ (١٧) الاجتماع المقوم على رأس (ب كه) (١٨) والعرض الذى للحد الثانى أكثر ما يمكن والقمر في أقرب قربه درجة وست دقائق (١٩) والفضل بينهما درجة و (كر) دقيقة (٢٠) وليس يمكن أن يقع في بلد واحد ولا في بلدين من المعمورة

(١) د : المسير

(٢) ب : و

(٣) سا ، د : [كط و] بدلا من [(كط) جزءا وست دقائق]

(٤) سا ، د : [كه مط] بدلا من [(كه) جزءا ، (مط) دقيقة]

(٥) سا : [ب لح] - وفى د : [ب كح] بدلا من [جزئين ، (كح)

دقيقة]

(٦) د : غير موجود

(٧) ب : وثمان

(٨) سا ، د : [ب ح] بدلا من [جزء واحد وثمانى دقائق]

(٩) د : وإذا

(١٠) سا ، د : وزيادة

(١١) سا ، د : مقدما

(١٢) ١٠ : كر

(١٣) سا : وشط

(١٤) سا ، د : [ل م] بدلا من [(ل) جزءا ، (م) دقيقة]

(١٥) سا : ما

(١٦) د : الكلام الموجود بين القوسين [مكتوب في الماشق

(١٧) سا : أحد

(١٨) ف : [ب يح] - وفى سا : [ب لح] - وفى د : [له]

(١٩) سا ، د : [ا و] بدلا من [درجة وست دقائق]

(٢٠) سا ، د : [ا كر] بدلا من [درجة ، (كر) دقيقة]

في جميع (١) الأرض اختلاف منظر واحد أو مجموعين من جهتين مختلفتين أو فضل ما بينهما من جهة واحدة أكثر من درجة و (كر) دقيقة (٢) مع احتساب انحراف الشمس وأما في جهتين متضادتين متباعدتين جنوبا وشمالا فقد يمكن لأنه قد يمكن أن يقع اختلاف منظر إلى (٣) جزء واحد في كل واحد من الاجتماعين الجنوبيين (٤) شمالا وللشمالين جنوبا ومجموعهما (٥) يزيد على درجة و (كر) دقيقة (٦)

فصل

في صفة عمل جداول الكسوفات (٧)

ثم رسم جداول الاتصالات (٨) الموجبة للكسوفات ومقادير لإظلامها وأزمته مكثها واحد منها للقمر والآخر للشمس وقسم كل جدول قسمين الأول للقمر (٩) في (١٠) أبعد بعده والآخر على أنه في أقرب بعده ورسم في الصف الأول من كل قسمة (١١) جدول أجزاء القمر في المائل بين حدى (١٢) الكسوف التاليين للنهاية الشمالية (١٣) متفاضلة بثلاثين ثلاثين (١٤) دقيقة يكون الطرفان حدى (١٥) الماسة في ذلك البعد ثم ما بينهما (١٦) أجزاء القوس التي يقع فيها الكسوف وفي الصف الثاني (١٧)

(١) د : في المائتين

(٢) سا : [اكر] - وفي د : [اكد] بدلا من [درجة ، (كر) دقيقة]

(٣) سا : ال

(٤) د : للجنوبيين

(٥) سا ، د : ومجموعة

(٦) سا ، د : [اكر] بدلا من [درجة ، (كر) دقيقة]

(٧) [فصل في صفة عمل جداول الكسوفات] : غير موجود في سا ، د

(٨) سا د : للاتصالات

(٩) سا ، د : القمر

(١٠) سا ، د : عل أنه في

(١١) ف : غير واضح

(١٢) سا ، د : جزئ

(١٣) في هاشم ه : عند الذنب - وفي سا ، د : الشمالية عند الذنب

(١٤) سا ، د : غير موجود

(١٥) سا ، د : حد

(١٦) سا ، د : ما يلحقها

(١٧) (وفي للصف الثاني) : غير موجود في سا ، د

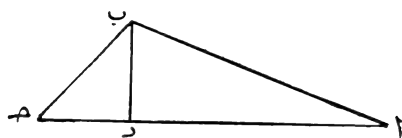
أجزاء (١) القمر في (٢) المائل من (٣) حدى الكسوف الأبعدين عن النهاية الشمالية (٤) التى إلى العدد الأول والعدد الأخير (٥) من كل صف حد الماسة ورسم في النصف الثالث مقادير الإظلامات (٦) وسأها أصابع وهى أجزاء من اثني عشر جزءا من قطر المنكسف على أن قطره الدقائق المعروفة وفي (٧) الرابع دقائق الوقوع بحسب الأصابع وهو (٨) ما يسيره (٩) القمر بالحقبة في مدة الإظلام لو فرضت الشمس ساكنة ولم يختلف منظرها وخص صفوف جدول القمر بصف خامس وهو جدول المكث وهو دقائق مسير القمر من ابتداء تمام الكسوف إلى وسط الكسوف وإنما خص القمر بهذا لأن الشمس لما كانت (١٠) إنما ترى مساوية لجميع القمور أو أصغر منه (١١) على ما قيل بما لا يعتد به لم يعتد بمكث كسوفها قال وقد كان حسابنا لحركات (١٢) القمر في أرمئة الإظلامات بطريق الخطوط على أنها مستقيمة في الحى وعلى أن المسير في فلك البروج ولم يعتد (١٣) بالتفاوت (١٤) الواقع بين قوس البروج ومائل القمر بعد أن لم تجهل (١٥) أن أخذنا من فلك البروج مكان أخذنا من المائل قد يوجب لا محالة تفاوتاً بقوس (١٦) فليكن أ عقدة و : أب من المائل و : أج من البروج وليكونا متساويين و : ب د قوس من الكبار عمودى فلا محالة أن القمر إذا

-
- (١) سا : آخر
(٢) سا ، د : غير موجود
(٣) سا ، د : بين
(٤) في هامش ه : عند الرأس و - أى في الثاني
(٥) سا ، د : الآخر
(٦) ف : الإطلاقات
(٧) سا ، د : في
(٨) سا : وهى
(٩) سا : يتوه
(١٠) سا ، ه : إما أن
(١١) سا ، ه : منها
(١٢) سا : بحركات
(١٣) سا : يمد
(١٤) سا : لتفاوت - وفى ه : التفاوت
(١٥) سا : غير واضح
(١٦) ه : فقوس

كان على ب (١) كان على د (٢) من البروج وإذا (٣) أخذنا أ ج على أنه أب
 كان التفاوت بقوس ج د (٤) ولأن وسط زمان الكسوف يكون على د لأن ب د
 قوس العرض فيكون تفاوت ما بين (٥) زمان (٦) الاتصال (٧) الحقيقي وهو وسط
 الكسوف وبين (٨) ما وصفناه هو (٩) ج د و : ج د (١٠) أكثر ما يكون خمس
 دقائق وذلك في القرب من النهاية للعرض (١١) أي (١٢) العرض كله وأما في أوقات
 الكسوف (١٣) فلا يزيد على دقيقتين ونعلم (١٤) ذلك من جهة أنا (١٥) نضرب ب أ في (١٦)
 نفسه ونسقط (١٧) منه (١٨) مربع ب د المعلوم وتأخذ جذر (١٩) ما تبقى (٢٠)
 فيكون أ د فيعلمه (٢١) و : أ ج معلوم فيعلم التفاوت (*) فيجد التفاوت (٢٢) عند أوساط

-
- (١) د : ت
 (٢) د : و
 (٣) سا ، د : فإذا
 (٤) سا : با : و د
 (٥) [تفاوت ما بين] : في هامش سا
 (٦) سا : زمان ما بين
 (٧) في هامش با : المأخوذ
 (٨) سا ، د : وهو
 (٩) سا ، د : غير موجود
 (١٠) د : [د : با]
 (١١) سا : العرض
 (١٢) سا : إلى
 (١٣) سا : الكسوفات
 (١٤) سا ، د : فيعلم
 (١٥) سا ، د : أن
 (١٦) سا : [باقى] بدلا من [با فى]
 (١٧) سا ، د : فيسقط
 (١٨) سا ، د : عنه
 (١٩) سا : حد
 (٢٠) سا : غير موجود - وفى د : ما بين
 (٢١) سا : فتعلمه
 (٢٢) سا : فتنعلمه
 (٢٣) نظرية (٢٤) : عند الكسوف يكون البعد بين العقدة والقمر مساويا تقريبا طول القمر
 أى يمكن إجراء حسابات الكسوف بإجمال عرض القمر
 البرهان في الشكل (١١٥) د - البروج ، با مسار القمر حيث نقطة العقدة . ولنفرض
 أن موقع القمر عند نقطة با . نزل المسود د حل با فيكون د طول القمر
 المطلوب إثبات أن الفرق بين با ، د يمكن إجماله
 تأخذ د حل البروج = با
 الفرق بين با ، د = با - د = با - د = د - د
 وبالحساب يمكن إثبات أنه إذا كان القمر حل بعد ٩٠° من العقدة ، فإن د يكون نهاية عطس
 قدرها خمس دقائق قوسية .
 وبما أن الكسوف يحدث قريبا من العقدة . أى حل بعد أقل بكثير من ٩٠° فإن د - أصغر بكثير
 من تلك القيمة
 وبالحساب ينتج أنه لا يزيد حل دقيقتين قوسيتين ، أى يمكن إجماله
 (٢٥) [فيجد التفاوت] : في هامش ف

الكسوفات قريبا (١) من دقيقتين ولا يبلغ جزءا من ستة (٢) عشر جزءا من ساعة مستوية وهذا القدر لا يعتد به ولا يضبط في الأرصاد ثم بين أيضا أنه كيف



شكل (١١٥)

وجد دقائق السقوط (٣) إذا لم يكن مكث (٤) قال ليكون مركز الشمس أو الظل عند أ و : ب ج د (٥) مقام قوس من الدائرة (٦) المائلة (٧) للقمر و : ب مركز القمر عند المماس الأولى و : د مركزه عند المماس الأخيرة حين المفارقة و : ا ج عمود فيكون وسط الكسوف لا محالة على ج ولأن ا ب ، أ د وهما مجموعا المركزين متساويان فعن البين (٨) أن (٩) ب ح ، ج د (١٠) متساويان لأن ا ج عمود وكل واحد من ا ب ، ا د معلوم لأجل أنها مجموع نصفي القطرين المعلومين فإذا كان مقدار الكسوف معلوما ف : ا ج معلوم لأنه ما بقي (١١) بعد نقصان مقدار الكسوف (١٢) عن (١٣) ا د في (١٤) ب ج ، ح د (١٥) معلومين

(١) سا ، د : بقريب

(٢) سا : اثني

(٣) سا ، د : الوقوع

(٤) د : غير موجود

(٥) ف : وبجد

(٦) سا ، د : دائرة

(٧) د : المائل

(٨) د : البين

(٩) د : غير موجود

(١٠) ف : ب ج ، ح د

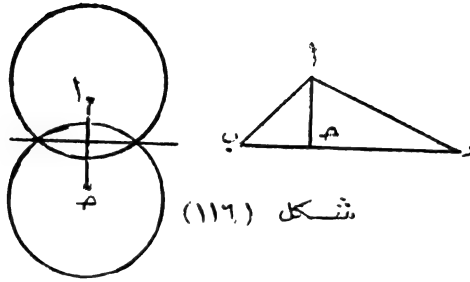
(١١) سا : لا يبق - وفي د : ما يبق

(١٢) ف ، سا ، د : الكسوفين

(١٣) سا ، د : غير موجود

(١٤) د : فيبقى

(١٥) ف : ل ي ، ح د - وفي سا ، د : ب ح د



شكل (١١٦)

في أى بعد كان وهو ما سار القمر إلى وسط الكسوف (*) وبين من ذلك (١) أن (٢) القوسين من المائل من (٣) الابتداء إلى الوسط (٤) ومن تمام الكسوف إلى الوسط عند المكث مساويان (٥) كل واحد لنظيره الباقي ولكن لأجل أن الحركة عليها تكون (٦) غير مستوية لا يكون (٧) زماناهما (٨) متساويين بالحقيقة بل بالتقريب

(٥) تعيين البعد بين أول الكسوف ووسطه :

في شكل (١١٦) نفرض $ا$ مركز الشمس ، $ب$ مركز القمر عند بدء الكسوف أى أول تماس ، ولتكن نقطة $د$ مركزه عند آخر الكسوف ، حيث $ب$ د مسار القمر
 $ا ب = د ب = د$ مجموع نصفي قطري الشمس والقمر
 إذا أنزلنا $ا$ عموداً على $ب د$ ، كانت نقطة $م$ موقع منتصف الكسوف
 $ب م = م د = د$

لكننا نعرف مجموع نصفي قطري الشمس والقمر أى نعرف $ا ب$ أو $ا د$ كما نعرف أيضاً مقدار الكسوف وهو الجزء المختفي من نصف قطر الشمس أو القمر منسوباً إلى نصف القطر
 لكن $ا ب = ا م + م د =$ نصف قطر الشمس - $\frac{1}{4}$ الجزء المختفي + نصف قطر القمر
 $\frac{1}{4}$ الجزء المختفي

$=$ مجموع نصفي القطرين - الجزء المختفي
 $= ا ب -$ مقدار الكسوف

من ذلك يتضح أن $ا ب$ معلوم ، ومن المثلث $ا ب د$ يمكن إيجاد قيمة $ب د$ وهو البعد بين أول تماس وبين وسط الكسوف .
 فلاحظ أننا هنا أهملنا حركة الشمس أثناء الكسوف واختلاف منظر القمر في أول تماس وآخر تماس وكذلك عدم انتظام حركة القمر .

(١) [وبين من ذلك] : غير موجود في س

(٢) س : وإن (٣) د : مكرر

(٤) س : الوسط الكسوف (٥) ب : متساويان - وفي د : صاويها

(٦) د : ما يكون (٧) س : لأن

(٨) د : زمانها

ولأن اختلاف المنظر في القمر لا يتساوى^(١) في الجانبين^(٢) أيضا بل في أحدهما يقرب وفي الآخر يبعد^(٣) ولأن الشمس تسير^(٤) جزءا من اثني عشر جزءا^(٥) من مسير القمر وذلك مما لم يزد عليه ولما بين ذلك رأى أن تضعيف إلى الجداول جدولا لأجزاء اختلاف القمر من بعده الأقرب والأبعد^(٦) في الاتصالات إذ كان القمر في الجداول الأولى^(٧) على أحد البعدين المتقابلين ووضع فضل^(٨) بعد بعد منها منسوبة إلى الفضل التام كما فعل في اختلاف المنظر إلا أنه جعل التفاضل بست درج ست درج^(٩) في أربعة^(١٠) صفوف^(١١) صف مبتدئ^(١٢) من البعد الأبعد إلى الأقرب في جهة حركة القمر وصف آخر مبتدئ^(١٣) كذلك في ضد جهة القمر من (شند)^(١٤) ثم (شمع) ثم (شمب)^(١٥) نازلا بالعكس ووضع في الصف الثالث الدرج والدقائق التي تخص كل مقدار من الأجزاء من الفضل منسوبة إلى الفضل الأعظم على أنه ستون^(١٦) وأضاف إلى ذلك جدولا يضع فيه تكسير القطعة المنكسفة منسوبة إلى^(١٧) دائرة المنكسف على أن دائرة المنكسف^(١٨) اثني^(١٩)

(١) د : لا متساوى

(٢) سا ، د : الخامس

(٣) بين السطرين في هـ : أى من الأفق

(٤) سا : يصير

(٥) د : جزءا - وفي ف : [من اثني عشر جزءا] في الهامش

(٦) سا : (الأبعد والأقرب) بدلا من (الأقرب والأبعد)

(٧) ف : الأول

(٨) سا : جدول

(٩) [ست درج] : غير موجود في سا ، د

(١٠) هـ ، سا ، د : أربع

(١١) في هامش هـ : في جهات

(١٢) سا ، د : مبتدئ

(١٣) سا ، د : مبتدئ

(١٤) ف : شيد

(١٥) سا : [سحب] - وفي د : [(سح) ثم (سحب)]

(١٦) د : ستين

(١٧) [الفضل الأعظم على أنه ستون وأضاف أيضا إلى ذلك جدولا يضع فيه تكسير القطعة

المنكسفة منسوبة إلى] : غير موجود في سا

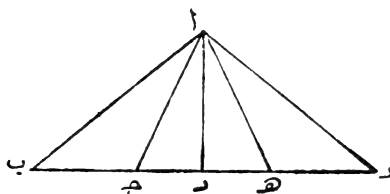
(١٨) سا : اثني

(١٩) د : غير موجود

هشر جزءا فوضع في الصف الأول أجزاء القطر في الكسوف وفي الثاني مساحة القطعة المنكسفة من دائرة الشمس وفي الثالث مساحتها من دائرة (١) القمر وبني (٢) الصف الذي لمقدار ما ينكسف على حكم حساب هذا الأصل جعل حد الكسوف الشمس ما يبلغ عرضه مجموع المقدارين في البعد الأبعد وهو: كالمساويين (٣) هناك وكان ضلعه (ح فا) (٤) فقسم ذلك على اثني عشر وقسم البعد من العقدة وهو ست درجات أيضا باثني عشر فخرج (٥) كل قسم (ح ل) (٦) فحصل (٧) (ح ل) يكسف أصبعا من الاثني عشر من القطر (٩) وفعل نظير ذلك في البعد (١٠) للقمر ووجب (١١) أن يكون للشمس (١٢) في البعد الأقرب مكث مّا ولكنه غير معتدبه وذلك لأن القمر أعظم منها (١٤) في البعد الأقرب (١٥) بالقياس إلى الرؤية في (١٦) هذا (١٧) البعد بأربعة أحساس أصبغ قسم (١٨) البعد على ذلك وكانت هذه القسمة أيضا على مناسبة أحد عشر ونصف إلى واحد كما ذكرنا في موضع (١٩) آخر قال ليكن أيضا مركز الظل على أ وقوس المائل ب در و : أ ب ، ا ر خطي المماسه وهما معلومان و : أ د عمود ونقطة ج مركز القمر عند استتمام الكسوف و : ه عتلا يأخذ (٢٠)

-
- (١) سا : غير موجود
(٢) سا ، د : ومن
(٣) ف : كالمساويين
(٤) ف ، سا : ح يا
(٥) سا ، د : غير موجود
(٦) سا ، د : ه ل
(٧) سا : فيجمل
(٨) سا ، د : ه ل
(٩) ف : القمرية - وفي سا ، د : القمر - وفي ه : [القمر] وفي الهامش [القطر]
(١٠) سا ، د : البعد الأقرب
(١١) سا : وجب
(١٢) سا : الشمس
(١٣) [ووجب أن يكون للشمس في البعد الأقرب] : في هامش ه
(١٤) سا : م
(١٥) سا : غير موجود
(١٦) سا : غير موجود
(١٧) سا : وهنا
(١٨) سا : وقدم
(١٩) سا : مواضع
(٢٠) سا : تأخذ

في الانجلاء فيعلم (١) ا ج ، ا ه لأنها مثل (٢) نصف قطر الظل وحده إذ (٣) قد انغمر (٤) فيه القمر بالكمال ومناسه من (٥) داخل ويكون ب د ، د ر متساويين لذلك وأيضا ج د ، د ه (٦) وكذلك (٧) ب ح ، ه ر (٨) فليكن الكسوف خمس (٩) عشرة (١٠) لصبعا أى يكون عرض القمر في وسط زمان الكسوف قد نقص من عرض طرف نصف قطر الظل بربع قطر القمر إذ قد دخل فيه مركز القمر ثلاث أصابع حتى لو زيدت ثلاث أصابع (١١) من (١٢) مساحة القمر لكان (١٣) ينكسف إلى ما انكسف من اثنتي عشرة (١٤) لصبعا



شكل (١١٧)

فكان القمر صار إلى قرب البروج بعد تمام الانكساف بربع قطره يعلم ذلك بحساب (١٥)

-
- (١) سا : فنعلم
 (٢) في هامش ب : [اقول في قطر لأنها فضل نصف قطر الظل على نصف قطر القمر]
 (٣) سا : ا د
 (٤) سا : انفس
 (٥) سا : في
 (٦) سا : ح د ، د ه
 (٧) سا : ولذلك
 (٨) ف : ب ح ه
 (٩) ب : خمسة
 (١٠) سا : خمسة عشر
 (١١) [حتى لو زيدت ثلاث اصابع] : غير موجود في سا
 (١٢) سا : في
 (١٣) ف ، سا : فكان - وفي هامش ب : خبط
 (١٤) سا : اثني عشر
 (١٥) [يعلم ذلك بحساب] : في هامش ف

العرض فإذا علم أ د وعلم أ ب ، أ ز علم ب د ، در وإذا علم أ د ، أ ج ،
أ ه علم ه د ، د ج (١) يبقى ب ح ، ر ه (٢) معلومين (*) .

فصل

في حساب الكسوفات القمرية وتعديلها (٣)

وقد عرف بطليموس حساب ذلك بشكليين شكل القمر وشكل الشمس لكننا (٤)
جمعناهما (٥) في شكل واحد وأخذ (٦) بين كيف يعرف (٧) كسوف الزيرين أما القمر
فذلك فيه بين إذا كان اتصاله موجبا للكسوف فلتأمل سيره في العرض في الصفيين
هل هو في (٨) حد الكسوف ونطلب ما بازائه من الأصابع رمن دقائق الوقوع وإن
كان مكث أخذ ذلك أيضا من جدولته (٩) هذا (١٠) إذا كان في أحد البعدين المتقابلين (١١)

(١) سا : ه د ر ، ذ ح

(٢) سا : ف ح ، د ه

(٣) تعيين البعد بين أول تماس وبين بدء الكسوف الكلي .

في شكل (١١٧) نفرض ا مركز الثل او الشمس ، ب در مسار القمر ، نقطتي ب ، ر هما نقطتا
التماس أي أن ب ، ر معلومان

نقطت العمود ا د على ب در وليكن ح أول الكسوف الكلي ، ه آخره

°. ا - ب ، ا ه يساويان نصف قطر الظل فقط

°. ا ب - ا ر ، ب د - د ر ، د ه ، ب ح - ح د ر

فإذا فرضنا أن ب ، ا ر ، ا د معلومة

°. يمكننا أن نعلم ب د ، د ر

وبعمره كل من ا د ، ا ه ، ا ح يمكن معرفة ه د ، د ح

°. يمكن معرفة ب ح ، ه ر وهما المطلوبان

(٣) [فصل في حساب الكسوفات القمرية وتعديلها] : غير موجود في سا ، د

(٤) سا : ولكننا

(٥) سا : جمعناهما

(٦) ف ، ف : واحد - وقى سا : فأخذ

(٧) سا : نعرف

(٨) ف : غير موجود

(٩) سا : حده

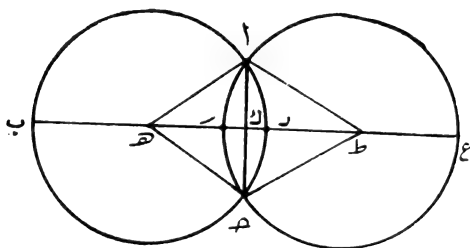
(١٠) سا : وهذا

(١١) سا : المقابلين

من التدوير فإن لم يكن وكان له في الاختلاف موضع غير البعدين أخذنا أولاً الأصابع ودقائق الوقوع وأزمان المكث من البعدين ثم صرنا إلى (١) جدول التقويم وأخرجنا الفضل مثل ما سلف في غيره وقومنا فأخذنا (٢) بعد ذلك جزءاً من اثني عشر من دقائق الوقوع وهو ما تسيره الشمس حتى يقتربنا (٣) ونزيده (٤) عليها وننظر في كم ساعة يسير (٥) القمر ذلك القدر بمسيرها المنكسف (٦) باعتبار حركة القمر المختلفة في ساعة فذلك زمان المسير في الكسوف وأما ما يؤخذ (٧) من (٨) الصف الرابع (٩) فلزمان الوقوع في الكسوف ولتراجع الامتلاء وأما الذي يؤخذ من الصف الخامس (١٠) فلنصف زمان المكث ثم ننظر مقدار ما انكسف من الأصابع فنأخذ ما يلزاه من مساحة القطعة في الصف الثالث من الجدول ثم لا شك في أن اختلاف سير الشمس واختلاف سير القمر (١١) يوجبان (١٢) اختلافاً في زمانى (١٣) ما بين الابتداء إلى الوسط وما بين الوسط إلى الانجلاء ولكن ذلك الاختلاف غير مضبوط في الحس قال ليكن (١٤) نسبة المحيط إلى القطر (١٥) على ما اختاره ارشميدس نسبة ثلاثة (١٦) أمثال (١٧) وثمانى (١٨) دقائق وثلاثين ثانية

-
- (١) س : من
(٢) س : واخذنا
(٣) س : غير واضح
(٤) س : ونزيد
(٥) س : يسيرها
(٦) [بمسيرها المنكسف] : غير موجود في س
(٧) س : ما يوجد
(٨) س : في
(٩) ف : في الهامش
(١٠) [فلزمان الوقوع في الكسوف ولتراجع الامتلاء وأما الذي يؤخذ من الصف الخامس] : غير موجود في س
(١١) [واختلاف سير القمر] : في هامش ف
(١٢) ف : موجبان
(١٣) س : زمان
(١٤) س : لتكن
(١٥) ف : س ، ف : نسبة القطر إلى المحيط - وفي هامش س : الصواب نسبة المحيط إلى القطر
(١٦) في هامش س : ... إلى الواحد
(١٧) س : أميال
(١٨) س ، س : وثمان

وليكن أ ر ج دائرة^(١) الشمس حول ط و : أ ب حد دائرة القمر حول ه وقد تقاطعا على أ ج وقد انكسف ربع قطر الشمس وهو د ر فلأن^(٢) ط ر معلوم و: ه د معلوم و : د ر ربع قطر الشمس معلوم يبقى^(٣) ه ، ط د معلومان^(٤) ونحصل جميع ط ه معاوما و : ا ط ، ا ه معلوم فنصل ا ج وهو لا محالة عمود فمسقطه^(٥) وهو



شكل (١١٨)

نقطة ك معلومة^(٦) فخط^(٧) ط ك ، ك ه كل واحد منها^(٨) معلوم ولكن^(٩) الشيطان معلومان^(١٠) وتكسیر الدائرتين معلوم ووتر ا ح معلوم النسبة من قطري الدائرتين فقسا أ ر ج ، ا د ج معلومتان^(١١) ولأن نسبة القسي إلى الدوائر كنسبة^(١٢) قطاعها إلى مساحة الدائرة^(١٣) فكل واحد من قطاعي ا ط ج ، ا ه ج معلوم ومساحة كل واحد من مثلثي ا ه ج ، ا ط ج معلومة^(١٤) فالقطعتان

(١) سا : غير موجود

(٢) سا : ولأن .

(٣) ه : ويبقى .

(٤) ف : معلومين

(٥) ه : مسقطه

(٦) سا : معلوم

(٧) سا : فخط

(٨) سا : غير موجود

(٩) ه ، ف : وليكن

(١٠) ه : معلومان

(١١) سا : معلومان

(١٢) سا : نسبة

(١٣) سا : الدوائر

(١٤) سا : معلوم

اللتان هما فضلا القطاعين على المثلثين معلومتان (١) فمجموعها معلوم وهو المنكسف (*) وكذلك إن جعلنا إحدى الدائرتين دائرة الظل والأخرى دائرة القمر ثم أخذ بعد ذلك (٢) يبين خطأ أبرخس في حركة القمر في العرض قال إنما وقع له ذلك لأنه لما أخذ كسوفين كل واحد منهما ربع القطر وبينهما مدة سبعة آلاف ومائة وستين شهرا وكلاهما شماليان (٣) عند الرأس والقمر في أحدهما (٤) على الأوج وفي الآخر على الحضيض فظن (٥) أنه لم يكن هناك اختلاف في التعديل بل لم يكن تعديل أو كان واحدا حتى

(١) سا : معلومان

(٥) تعيين مساحة الجزء المنكسف :

في شكل (١١٨) نفرض r = ج الشمس ، h = د القمر ومركزهما نقطتا $ط$ ، $هـ$ على الترتيب. ونفرض أنهما يتقاطعا في $ا$ ج .

المفروض أننا نعرف بالرصد مقدار الجزء المنكسف من قطر الشمس وهو $د ر$ والمطلوب إيجاد مقدار المساحة المنكسفة $ا د ر$

نصل $ا ل$ $هـ$ فيكون عمودا على $ط هـ$

∴ نصف قطر الشمس $ط ر$ معلوم

، نصف قطر القمر $هـ د$ معلوم

، الجزء المنكسف من القطر وهو $د ر$ معلوم

∴ يمكننا معرفة مقدار $ط هـ$ أي المسافة بين المركزين

∴ الثلث $ا ط هـ$ يصبح معلوم الأضلاع والزوايا

، ∴ $ا ل$ عمود على $ط هـ$ ∴ يمكن معرفة $ط ل$ ، $هـ ل$ ، $ا ل$

∴ يمكن معرفة $ا ل$ $هـ ل$ الذي هو $ا هـ$ منسويا إلى نصف قطر كل دائرة

∴ نعرف القوس $ا ر هـ$ والقوس $ا د هـ$

$$\text{لكن } \frac{ا ر هـ}{\text{محيط الشمس}} = \frac{\text{القطاع } ط ا هـ}{\text{مساحة قرص الشمس}}$$

$$، \frac{ا د هـ}{\text{محيط القمر}} = \frac{\text{القطاع } هـ ا ل}{\text{مساحة قرص القمر}}$$

وحيث أن المحيطان والمساحتان معلومتان

∴ نوجد مساحة القطاعين $ط ا هـ$ ، $هـ ا ل$

لكن مساحة المثلثين $ط ا ل$ ، $هـ ا ل$ معلومة

بالطرح ينتج لنا مساحة القطعتين $ا ل هـ ر$ ، $ا ل هـ د$ ومجموعهما هو مساحة الجزء المنكسف

(٢) سا : [بعد ذلك أخذ] بدلا من [أخذ بعد ذلك]

(٣) سا : شماليين

(٤) سا : إحداها

(٥) سا : وظن

حسب من ذلك أن مركز فلك التدوير عاد إلى موضعه فيها وقد أخطأ في كلا (١) الظنين (٢) وحسب أن العود حصل فإنه لو كان لا تعديل أيضا لكان لا يحسب أن العود قد حصل على ما علمت لأن بطليموس قد حسب فوجد المسير الحقيقي في الأول من موضع القمر في تدويره مخالفا للوسط بجزء واحد (٣) وفي (٤) الثاني بثمان أجزاء والتفاوت بينهما نصف وربع وثمان أجزاء وأيضا فإن القمر في الكسوف (٥) الأول كان في البعد الأبعد وفي الكسوف (٦) الثاني كان في القرب الأقرب فكان وقوعه في الإزلام في بعد من العقدة أبعد ووقوعه فيه في هذا الحد قبل وقوعه فيه وهو في البعد الأقرب والتفاوت بين الموضعين قريب من جزء وخمس جزء فلو كان الاختلافان زائدين لكان يجتمع منها قريب من جزئين لكن أحدهما زائد والآخر ناقص وكان أبرخس قد أخذ أحدهما في الآخر فجعلها كأنهما لبسا (٧) أو جعل الزيادة وهو قريب من الثلث (٨) لأن (٩) الزيادة هي (١٠) ثمن وخمس فهو قريب من الثلث (١١) ليست (١٢).

فصل

في حساب الكسوفات الشمسية وتعديلها (١٣)

ثم أخذ يعرف تقويم كسوفات الشمس قال يجب (١٤) أن يعرف وقت الاجتماع الحقيقي بألكندرية (١٥) ويعرف منه ساعات بعده من (١٦) نصف النهار بألكندرية (١٧)

(١) سا : كلا

(٢) في هامش : [جميعا إذا حسب الاتعديل أو أن التعديل واحد]

(٣) سا : [بجزئين] بدلا من [بجزء واحد]

(٤) سا : و (٥) ف : الكسوفات

(٦) [الأول كان في البعد الأبعد وفي الكسوف] : غير موجود في سا

(٧) : غير واضح (٨) سا : الثلاثة

(٩) سا : لأنه (١٠) [الزيادة هي] : غير موجود في سا

(١١) [فهو قريب من الثلث] : غير موجود في سا

(١٢) : غير واضح - وفي سا : ليست .

(١٣) [فصل في حساب الكسوفات الشمسية وتعديلها] : غير موجود في سا ، د .

(١٤) ف : ويجب - حيث (لا) مشطوبة .

(١٥) سا : بالاسكندرية .

(١٦) ف : بين (١٧) سا : بالاسكندرية .

بالساعات (١) الاستوائية ونقله (٢) عنها (٣) إلى أى بلد شتاء ومصل قوس (٤) الارتفاع الشرقى أو الغربى وزاويته بحسب البلد فإن احتجنا إلى تعديل ما بين السطرين عدلنا فنأخذ (٥) اختلاف المنظر الذى نحسبه ونعدله كما قد عرفناه وبحسب عرض البلد وطوله بتعديل ما بين السطرين وبحسب اختلاف منظر الشمس على ما يجب ونستخرج (٦) من اختلاف المنظر الكلى اختلاف المنظر فى الطول ونأخذ ما يصحبه [من الأزمان (٧) الاستوائية (٨) بحسب مسير القمر المختلف ونزيد (٩) على بعد وقت نصف النهار أو ننقصه بحسب ما يجب وذلك أن ننظر (١٠) هل هو على تولى البروج أو على خلاف ذلك ويحصل أيضا ثانياً اختلاف المنظر فى الطول للدرجة التى يرى عليها عند الاجتماع الحقيقى لو كان عليها فيكون أكثر من انحراف المنظر الأول لأن تلك الدرجة فى الجهتين جميعاً تكون أقرب إلى الأفق من الدرجة التى أخذ لها اختلاف المنظر ويحصل التفاوت بين اختلاف المنظر فى (١١) الطول الأول والثانى وننظر كم هو من اختلاف المنظر فى الطول الأول فنزيد على فضل ذلك التفاوت جزءاً (١٢) من (١٢) نسبته إليه نسبة فضل التفاوت إلى اختلاف المنظر الأول فتكون نسبة (١٣) الزيادة الثانية إلى اختلاف المنظر الثانى نسبة الاختلاف (١٤) الأول فنزيد جميع ذلك على الاختلاف الأول ثم نزيد على ما اجتمع من جميع ذلك جزءاً من اثني عشر منه وهو مسير الشمس على ما قلنا وننظر فى كم ساعة استوائية يسير القمر بسيره المختلف جميع

(١) س : للساعات

(٢) س : غير واضح .

(٣) س : عنه .

(٤) ف : قول .

(٥) س : ونأخذ .

(٦) ف : ويستخرج .

(٧) س : الزمان .

(٨) س : الأول الإستوائية .

(٩) ف : هاشم : [الوقت بعد نصف النهار أو] .

(١٠) س : تنظر

(١١) ف : فى الماش .

(١٢) س : منه .

(١٣) س : النسبة .

(١٤) س : اختلاف .

ما قد جمعناه وهو (١) مقدار ما بين وقتي الاجتماع بالرؤية والاجتماع بالحقيقة فنقصهما من وقت الاجتماع إن (٢) كان اختلاف المنظر في الطول إلى المشرق ونزیده إن كان إلى المغرب فماحصل فهو وقت الاجتماع المرتى متقدما أو متأخرا من الاجتماع الحقيقي وكذلك نفعل (٣) بأجزاء الاختلاف في الطول والعرض فتكون هي التي تكون في وقت الاجتماع المرتى ويحصل البعد بين وقت الاجتماع المرتى (٤) ونصف النهار فيخرج (٥) اختلاف منظره في دائرة الارتفاع ونقص اختلاف منظر الشمس ثم نحصل مما بقي اختلاف المنظر في العرض وجهته (٦) ونضرب اختلاف منظره العرضي في اثني عشر مكان ما كنا نضرب (٧) في أحد عشر ونصف لأن هذا أقل من العرض ونحفظ التفاوت الحاصل فإن كان الانحراف في العرض شماليا والقمر إلى الرأس زدناه على المسير في العرض المقوم للاجتماع المرتى أو إلى الذنب نقصناه وإن كان الانحراف جنوبيا فعلنا بالمتضد من الأمرين فتحصل عدد المسير المرتى في العرض في الاجتماع المرتى ثم ندخل (٨) مسير العرض الذي حصلناه في الجداول إن كان يدخل فيها على أن وقت الاجتماع المرتى هو وسط الكسوف ثم نأخذ كل شيء تحته ونقوم أيضا بعد القمر إن لم يكن على البعدين على ما قبل فنعدل منه الأصابع على ما نعلم فيكون لما نعلم (٩) يخرج (١٠) أصابع الكسوف فإن شئت عدلت (١١) من الأصابع المساحة وما يحصل من مقوم الصنف الرابع وهو المسير في الكسوف ونزید (١٢) عليه جزءا من اثني عشر على ما قلناه أيضا (١٣) وننظر في كم يسيرها القمر بالمسير المختلف فهو زمان الوقوع والانجلاء على أن لا يعتد

-
- (١) ف ، سا : فهو .
(٢) ف : جعل .
(٣) [ويحصل البعد بين وقت الاجتماع المرتى] : مكرر في سا .
(٤) سا : فخرج .
(٥) [ونقص اختلاف منظر الشمس ثم نحصل مما بقي اختلاف المنظر في العرض وجهته] : مكرر في سا .
(٦) سا : نصف .
(٧) ف : بين السطرين .
(٨) [لما نعلم] : غير موجود في سا .
(٩) سا : ما يخرج .
(١٠) ، ف : عدد .
(١١) سا : فنزيد .
(١٢) سا : وأيضا .

بالمقدار من الفضل بينها بسبيل اختلاف حركة النيرين لكن اختلاف المنظر ربما أوجب تفاوتاً محسوساً فيصير به الزمانان (١) كل واحد منها أطول من الزمانين المذكورين وأحدهما (٢) أطول من الآخر بالمقايضة فيما بينهما لأن القمر ما دام مشرقياً فكلما قرب من نصف النهار قل انحراف منظره الذي إلى المشرق فصار كأنه يتحرك أبطأ من حركته التي كانت وهو (٣) أقرب إلى المشرق وأما في الجانب الثاني فيكون بالخلاف قال وبين من ذلك أنه لما كانت الفضول الواقعة بين اختلافات (٤) المنظر تكبر (٥) كلما قرب (٦) من نصف النهار كان أزمان الكسوفات الواقعة بالقرب منه أبطأ فإن (٧) كان وسط الكسوف عند نصف النهار كان الزمانان في (٨) الحس (٩) متقاربين (١٠) بالتقريب وإذا كان الكسوف متقدماً لنصف النهار كان زمان التراجع (١١) أطول وإن كان متأخراً كان الانجلاء أطول فلنبين كيف يكون الزمانان متساويين إذا كان وسط الكسوف عند نصف (١٢) النهار فنقول إن هذا على ما (١٣) يستعمله بطليموس كثيراً من أن انحراف المنظر في الطول إذا كان القمر على دائرة نصف النهار مما لا يعتد به فيمكن (١٤) قوس α من القسي التي تحد (١٥) مقدار درجة وليكن قوس β δ لنصف النهار وتقاطعها على θ : د (١٦) مشرق و : ب مغرب ولتكن الشمس في بدو الكسوف

(١) ف : الزمان .

(٢) θ : فأحدهما .

(٣) سا : وهي .

(٤) سا : اختلاف .

(٥) ف، سا : يكثر .

(٦) سا : قربت .

(٧) سا : فإذا .

(٨) سا : من .

(٩) سا ، الجنبتين .

(١٠) θ : متقاربان .

(١١) سا : التراجع .

(١٢) سا : غير موجود .

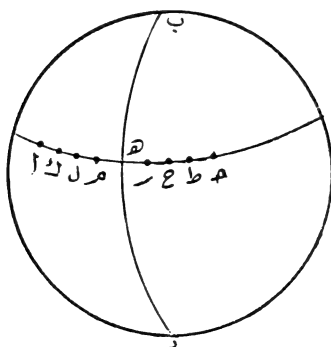
(١٣) سا : غير موجود .

(١٤) سا : فيمكن .

(١٥) سا : تحد .

(١٦) سا : [θ :] .

على ط والقمر بالرؤية على ح وبالحقيقة على ر فإذا حصل القمر على نصف النهار وكان وسط الكسوف هناك يكون قد زال انحراف المنظر في الطول كان طوله الحقيقي والمرئي طول الشمس وقد أدرك الشمس فيكون على ط وفي مثل زمان حركة نقطة ط إلى ه يتحرك الفلك إلى المغرب قوساً مثل ط ه^(١) وليكن قوس ك ه وفي مثل (٢) ذلك الزمان يتحرك القمر (٣) بالحقيقة قوساً مثل ما تحرك (٤) في الزمان الأول وليكن ك م مثل ر ط ولأن اختلاف منظر (٥) الغربي يكون مساوياً للشرقي فليكن مكان القمر في الرؤية وهو غربي (٦) نقطة ل فيكون ك ل مثل ح ط (٧) وهو الذي



شكل (١١٩)

تحركه في مثل هذا الزمان بحسب الرؤية كما في الجانب الشرقي وإنما (٨) يكون تحرك (٩) ك ل لا (١٠) بحسب الرؤية ويبقى م ه مساوياً د ه ر فتكون الحركتان

-
- (١) ط : سا .
 - (٢) ط : غير موجود .
 - (٣) ط : غير موجود .
 - (٤) ط : ما يتحرك .
 - (٥) ط : منظرى - وفي سا : منظره .
 - (٦) ط : وهو غربية .
 - (٧) ط : ط ه .
 - (٨) ط : إنما .
 - (٩) في هامش ط : ح ط بحسب الرؤية .
 - (١٠) ط : د ل ط .

والانحرافان والزمانان^(١) على قدر واحد في الحائنين^(*) وأما^(٢) السبب فيما عمل في حساب الاجتماع المرئي فهو أن الاجتماع المرئي إذا كان شرقيا مثلا فإنه يتقدم الحقيقي فيكون القمر حينئذ لم يبلغ درجة الشمس بل هو متقدم عليها وهو أقرب إلى الأفق أيضا مما يكون في حال الاجتماع الحقيقي إن^(٣) كانا جميعا في جهة واحدة وذلك لتقدم زمانه فيكون اختلاف منظره في الاجتماع المرئي أعظم فليكن مثلا خط أ ب ح^(٤) مدارا مشتركا^(٥) و : ج د لنصف النهار و : ه موضع القمر في بعد الاجتماع الحقيقي من نصف النهار و : د^(٦) موضع بعده عند^(٧) الاجتماع المرئي و : ر موضع الشمس المرئي و : و ر انحراف المنظر عند الاجتماع المرئي^(٨) وهو أعظم من انحراف المنظر الذي يكون على ب وهو المطلوب في الحساب فلو كان

(١) ف : والزمان .

(٥) نظرية (٣٩) : إذا كان وسط الكسوف حيث القمر على دائرة نصف النهار ، فإن جميع الظروف من بدء الكسوف إلى وسطه تشابه نظيرتها من وسط الكسوف إلى نهايته .
البرهان : في شكل (١١٩) نفرض أن \mathcal{H} د نصف النهار ، ولتكن الشمس عند بدء الكسوف عند نقطة \mathcal{P} ، والقمر المرئي عند \mathcal{C} والحقيق عند نقطة ر .
°. ر ح اختلاف منظر القمر عند بدء الكسوف
وليكن وسط الكسوف عند نقطة ه الواقعة على نصف النهار .
وحيث أن اختلاف منظر القمر عند نصف النهار يساوى صفرا .
°. نقطة ه تمثل الموضعين المرئي والحقيق للقمر ، وهي أيضا تمثل موضع الشمس والآن لناخذ وقتا مماثلا لما بين بدء الكسوف ووسطه .

فتكون الشمس عند نقطة \mathcal{L} والقمر المرئي عند ل والحقيق عند م ،
 $\mathcal{H} = \mathcal{L} = \mathcal{M}$ باعتبار سرعة الشمس منتظمة أثناء الكسوف وكذلك $\mathcal{L} = \mathcal{M} = \mathcal{R}$ ،
باعتبار الفرق بين مربعي القمر والشمس أثناء الكسوف ثابت
°. $\mathcal{H} = \mathcal{M} = \mathcal{R}$ ويكون اختلاف المنظر في الحائنين واحدا أي أن \mathcal{L} تماثل ح
°. جميع الظروف قبل وبعد وسط الكسوف متشابهة .

(٢) سا : فاما .

(٣) سا : إذا .

(٤) سا : $\mathcal{H} = \mathcal{C}$.

(٥) \mathcal{H} : سا : مدار مشترك .

(٦) سا : $[\mathcal{O} : \mathcal{H}]$

(٧) سا : عنه في .

(٨) $[\mathcal{O} : \mathcal{R}]$: ر موضع الشمس المرئي و : و ر انحراف المنظر عند الاجتماع المرئي : غير موجود

في سا .

انحراف منظره بوجدمن موضع هـ كأن يكمن أقل من ور وكأن يكون موضع القمر أقرب إلى هـ من ر فما كان يرى مجامعا للشمس فيزيد عليه انحراف منظر ثان (١) للدرجة انحراف (٢) منظره وأخذ الفضل بينهما ثم زيد على النسبة المذكورة حتى يزيد انحراف المنظر الذي يبلغ (٣) الذي نوضع هـ فيلحق به (٤) القمر انشمس* واعتمد في ذلك التجربة (٥) بأن جرب عدد الزيادات واعتبر أنه متى يبلغ بها اختلاف منظر موضع هـ إلى نقطة ر وأما أنه كيف عرفت (٦) هذه التجربة فذلك أن الموضع الذي ينتهي إليه العمل وضع أصلا ورجع عنه على طريق التحليل ونظر (٧) هل تطابق الزيادات الصواب بأن علم التفاوت بين الاجتماع المرئي المحسوب وبين الاجتماع الحقيقي إذا كانا مختلفين ويسير (٨) فيه (٩) القمر انحرافه الطول مزيدا عليه جزء من اثني عشر بالتقريب فإذا رجعنا وفرضنا الوقت الذي بعد التعديل الثالث وأخرجنا درجته وانحراف تلك الدرجة في الطول وزدنا عليه جزءا من اثني عشر وجب أن يخرج لنا الاجتماع

(١) في هامش ب : بأن يؤخذ لدرجته انحراف .

(٢) [منظر ثان لدرجة انحراف] : غير موجود في سا .

(٣) سا : مبلغ .

(٤) ف ، سا : له .

(٥) الفرق بين اختلاف المنظر عند الاجتماعين المرئي والحقيقي

في شكل (١٢٠) نفرض أن الشمس والقمر شريكان بالنسبة لخط نصف النهار د ، وليكن الاجتماع الحقيقي لهما عند نقطة هـ .
• اختلاف المنظر معناه أن الارتفاع الحقيقي للجرم

المباوى عن الأفق أكبر من الارتفاع المرئي

• الوضع المرئي لكل من الشمس والقمر عند هذه اللحظة

يكون أقرب إلى الأفق من نقطة هـ . ولنفرض أن الوضع المرئي للشمس عند ر وللقمر عند ج .
وحيث أن سرعة القمر أكبر من سرعة الشمس ر ، فإنه بعد لحظات سوف يلحق القمر المرئي الشمس المرئية ويحدث الاجتماع المرئي

• في هذه الحالة الشرقية يحدث الاجتماع الحقيقي قبل الاجتماع المرئي

والآن إذا قمنا بمقارنة نقطتي الاجتماع الحقيقي والمرئي ، وجدنا أن الأولى أبعد عن الأفق من الثانية أي أن اختلافات المنظر عند الاجتماع المرئي أكبر من نظيراتها عند الاجتماع الحقيقي

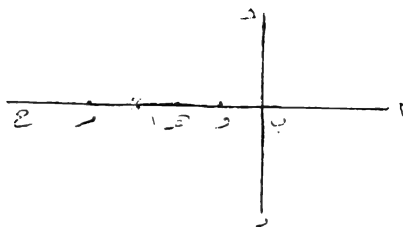
(٥) سا : غير واضح

(٦) سا : علمت

(٧) سا : فنظر

(٨) سا : ويسير

(٩) سا : غير موجود



شكل (١٢٠)

الحقيقي إن كان (١) العمل صحيحا فلما خرج علم أن العمل صحيح وأما بيان هذا فليكن نقطة أ موضع القمر الحقيقي (٢) عند الاجتماع بالرؤية وليكن ج موضعه المرئي عند الاجتماع بالرؤية وليكن (٣) ذلك (٤) بعينه موضع (٥) الشمس بالرؤية (٦) لكنها أيضا ذات انحراف فليكن انحرافها ب ج حتى يكون بالحقيقة على ب في ذلك الوقت لأن القمر يلحق الشمس وقد تحركت لاجالة فيلحقها وقد فارقت نقطة د (٧) وسارت جزءا من ثلاثة عشر جزءا وهذا القدر أكثر من اختلاف منظرها فليتصل (٨) بالشمس بعد الاتصال المرئي الاتصال (٩) الحقيقي عند نقطة د فيكون القمر سار جميعا ج (١٠) وهو انحراف موضع الاجتماع المرئي وقرس د التي هي جزء من ثلاثة عشر جزءا من ا د فيكون جزءا من اثني عشر جزءا من أجزاء الانحراف ثم أخذ بين كيف يقوم ذلك قال ليكن كل واحد من زمانى الوقوع والانجلاء غير (١١)

(١) سا : يكون

(٢) ف : غير موجود - وف : سا : بالحقيقة

(٣) سا : ويكون

(٤) سا : ط ل

(٥) سا : غير موجود

(٦) سا : غير موجود

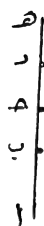
(٧) ف : ا - وف : سا : غير موجود

(٨) سا : فلتصل

(٩) سا : اتصاله

(١٠) ف : ا د ج

(١١) ف : غير - وف : سا : لغير



تشكيل (١٢١)

المصحح (١) ساعة والبعد لابتداء الوقوع من سمت الرأس خمسا وسبعين يكون انحراف منظره (٢) في الصف الثالث على أن القمر في الأوج من الدقائق بب (٣) وينقص أزمان الساعة التي فرضنا غير مصحح وهو أزمان ساعة واحدة من أزمان البعد وذلك يكون مثلا حيث تكون دائرة الارتفاع هي بعينها دائرة معدل النهار يبقى (٤) ستون لأن أزمان ساعة واحدة خمسة عشر واختلاف المنظر لبعد ستين (٥) في ذلك الصف بعينه هو من الدقائق (مر) فيكون التفاوت بين اختلاف المنظر الذي في أحدهما (٦) الأول زمان الوقوع والآخر لوسط الكسوف ما يوجبه خمس (٧) دقائق وهو ما به يفضل الوسط على الآخر إذا زدنا الخمسة عشر زمانا (٨) على الخمسة والسبعين زمانا حتى تكون الساعة التي تلي الأفق صار ذلك تسعين زمانا فيأخذ اختلاف منظره فيكون ثلاثا وخمسين دقيقة (٩) ونصفا (١٠) فيكون ما به (١١) يفضل اختلاف

(١) سا : المصحح

(٢) سا : من

(٣) سا : نب

(٤) سا : قتي

(٥) سا : الستين

(٦) سا : أحدهما

(٧) سا : خمسة

(٨) ف : غير موجود - وفي الهامش (الأزمان) - وفي سا : الأزمان

(٩) ف : في الهامش - وفي سا : غير موجود

(١٠) هـ : ونصف

(١١) سا : ما به

منظر الشمس (١) المسير (٢) الذى فى جانب الأفق على اختلاف منظر درجة الوسط دقيقة ونصف وبأخذ لكل واحد من اختلاف المنظر ما يصيبه من اختلاف المنظر فى الطول لم يكن الاختلافان (٣) اختلافا واحدا ونقسمه على مسير القمر المقوم فى الساعة الاستوائية ونأخذ (٤) ما خرج فزيد أعظمه على زمان المسير الذى يلى نصف النهار وأصغره على الذى للأفق ويكون الفضل فى هذا الموضع ثلاث (٥) دقائق ونصفا (٦) وهو لتسع ساعة التى يتحرك فيها (٧) القمر هذه الدقائق بالتقريب وإن شئت رددت المستوية إلى (٨) المعوجة .

فصل

فى الجهات التى تحاذيها الكسوفات وتعديلها (٩)

ولما فرغ بطليموس (١٠) من ذلك شرع فى تحديد جهات الكسوف وجعل جهة الكسوف النقطة الحادثة على الأفق من الدائرة الكبيرة المارة بمركزى الشمس والقمر أو الظل والقمر حتى تنتهى إلى الأفق وهى النقطة التى بينها وبين مركز الشمس ومركز القمر أو بينها وبين مركز القمر مركز (١١) الظل (١٢) ولك أن تعرف من ذلك الدرجة التى تحاذى بذلك (١٣) من منطقة البروج إن كان القمر (١٤) ليس على منطقة البروج (١٥) ويقتصر على تحصيل جهات الأحوال الخمسة المتحددة أعنى أول الكسوف وتمامه

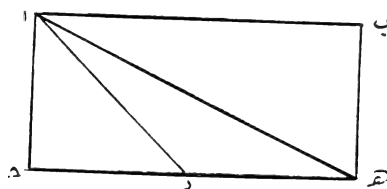
-
- (١) ف : (الشمس) مشطوبه ومكتوب فى الماش [للشمس] - وفى سا : غير موجود
 (٢) ف : فى الماش
 (٣) سا : الاختلاف
 (٤) سا : وأخذ
 (٥) سا : بثلاث
 (٦) ف ، سا : ونصف
 (٧) سا : [فيها يتحرك] بدلا من [يتحرك فيها]
 (٨) ف : هل
 (٩) (فصل فى الجهات التى تحاذيها الكسوفات وتعديلها) : غير موجود فى سا ، د
 (١٠) سا : غير موجود
 (١١) ف ، سا : غير موجود - وفى ف : فى الماش
 (١٢) ف : لظل
 (١٣) سا : لذلك
 (١٤) سا : الكسوف
 (١٥) ف : منطقة البروج فى البروج

وهو ابتداء المكث ووسطه^(١) وأول الانجلاء وآخر الانجلاء ولا يستعمل^(٢) بمحاذاة^(٣) حالة حالة غير ذلك من المتوسطات لأن تلك غير متناهية بالقياس إلى الأفق وإلى دائرة البروج لمركز القمر واستعمل من الجهات التي^(٤) إليها^(٥) القياس^(٦) في الأفق ما يحده مقاطعة دائرة نصف النهار للأفق ومشارك الاستوائين والانقلابين ومغاربها ومشارك ومغارب رؤوس البروج على الجليل من الأمر ولما كانت الأبعاد فيما بينها تختلف بحسب إقاييم^(٧) من السبعة وهم ثمانى^(٨) دوائر يحيط بالأقاليم السبعة وجعل لها مركزاً^(٩) واحداً^(١٠) وأوقع عليها^(١١) قطرين متقاطعين بالأعمدة على أنهما مقطع سطح معدل النهار ووسط نصف النهار للأفق ثم خطوط^(١٢) أخرى متقاطعة تحدد على الدوائر مشارق مبادئ البروج ومغاربها فارتسمت مشارق ومغارب شتوية وصيفية وهى مهاب^(١٣) الرياح الاثنى عشر وكتب أسماء البروج وأسماء الأقاليم وساعاتها على خط نصف النهار وكتب^(١٤) عند كل خط ساعة مشرقة بالدرج والدقائق ثم بين الجهة التي منها توقف^(١٥) على أبعاد المحاذيات من المطالع^(١٦) والمعارب^(١٧) بأن أعطانا الطريق إلى معرفة الزوايا الواقعة من قوس المائل والخط الواصل بين مركزى الكاسف والمنكسف ووضع الزوايا منسوبة إلى أربع قوائم ويعلم من ذلك قسماً ما بين النقطة^(١٨) على الأفق من دائرة الأفق على أن القمر في البعد

(٢) سا : ولا يستعمل
(٤) هـ : غير موجود

(١) د : ووسط المكث
(٣) ف : محاذاة
(٥) سا : إليه
(٦) ف : بالقياس
(٧) هـ : في الماشى
(٨) سا : ثمان
(٩) سا : مركز
(١٠) د : واحد
(١١) سا : غير موجود
(١٢) سا : خطوطاً
(١٣) سا : مهاب
(١٤) سا : فكتب
(١٥) د : يوقف
(١٦) سا : الطالع
(١٧) سا : الفارب
(١٨) ف : النقط

الأوسط وأما كيفية بيان ذلك بالهندسة فلتكن القسي التي تغوز (١) بمدة (٢) الكسوف بن (٣) فلك (٤) البروج (٥) والمائل (٥) متوازية مستقيمة في الحس مثل قوسي أب ، ج د وليكن مركز الشمس أو الظل على أ فتكون نقطة ج مركز القمر في وسط الكسوف و : د نقطة أول ما يتم الكسوف أو يتبدى الانجلاء و : ه نقطة أول ما يتبدى في الكسوف أو (٦) أول ما يتم (٧) الانجلاء ولنصل أ ج ، أ د ،



شكل (١٦٣)

أ هـ ، ب هـ (٨) وزاويتا أ ، ج (٩) معلومتان (١٠) لأنهما في وسط الكسوف عند الحس قائمتان (١١) فإن خط أ هـ مجموع نصفى القطرين (١٢) فهو معلوم وخط أ ج [إذا كان مقدار الكسوف معبوما معلوم وخط أ د معلوم لأنه يكون في الكسوفات الثامة ناقصا عن أ هـ بقطر المنكسف وفي كل كسوف ناقص بقدر ما انكسف وزاوية ج قائمة فيصير ج هـ ، ج د ، د هـ معلومة وتصير الزوايا كلها معلومة فإذا علمت زاوية ج هـ أعلمت زاوية (١٣) ب أ هـ وكذلك ب أ د من أ د ج (*) وكذلك في

(١) سا : تقرر

(٢) ف : غير واضح - وفي سا : مدة

(٣) سا : من

(٤) سا : فلكي

(٥) ف : المائل

(٦) سا : و

(٧) ف ، سا : أمائم

(٨) سا : ا ، ح ، د ، ا ، هـ ، ب د

(٩) د : ا ح د

(١٠) ف ، سا : غير موجود - وفي ف : في المائش

(١١) سا : قائمتين

(١٢) سا : القطر

(١٣) [ا ح د علمت زاوية] : غير موجود في سا

(٥) تعيين زوايا بدء الكسوف الشمسي وبده الانجلاء :

المفروض هنا أن خطوات أو مراحل الكسوف هي :

كسوف كسوف وقد رتب جدولاً وضع (١) فيه أربعة (٢) صفوف في الأول أصابع أوساط الكسوف إلى (كا) وفي الثاني مقادير زوايا أول انكساف للشمس وآخر الانجلاء وفي الثالث كذلك للقمر وفي الرابع لنهام كسوف القمر وأول الانجلاء ثم عرف كيف (٣) تقوم (٤) الجهات قال إن كان المركز الذي يرى في الشمس أو الحقيقي في (٥) القمر (٦) على دائرة البروج فمغرب (٧) جهة الغارب هو جهة أول انكساف الشمس وآخر (٨) انكساف القمر وفي الانجلاء فهما بالعكس وإن

أولاً : بدء الكسوف وهوبده الدخول في الظل

ثانياً : انتهاء الدخول في الظل

ثالثاً : وسط الكسوف

رابعاً : أول الانجلاء أى بداية الخروج من الظل وهذه تعادل انتهاء الدخول في الظل

خامساً : تمام الانجلاء أى نهاية الخروج من الظل وهي تعادل أول الكسوف

والزوايا المطلوبة هنا هي التي بين البروج وبين الخط الواصل بين مركزي الشمس والقمر في الخطوة الكسوفية المعينة . وسنفترض أنه في خلال فترة الكسوف القصيرة يتحرك القمر قوساً صغيرة بحيث يمكن اعتبار البروج ومسار القمر في هذه الفترة مستقيمان متوازيين

ففي شكل (١٢٢) ليكن Γ البروج ، Δ مسار القمر

ولنفترض أن الشمس عند نقطة Γ وأن القمر عند نقطة Δ في وسط الكسوف ، وعند Δ في بداية الانجلاء

وعند Δ في نهاية الانجلاء التي تعادل أول الكسوف

والمطلوب تعيين زاويتي $\Gamma \Delta \Gamma$ ، $\Delta \Gamma \Delta$

عند وسط الكسوف يكون الخط $\Gamma \Delta$ تقريباً عمودياً على $\Gamma \Delta$ ، $\Delta \Delta$

∴ زاوية $\Gamma \Delta \Gamma$ = زاوية $\Delta \Delta \Delta$ = ٩٠ درجة

لكن $\Gamma \Delta$ عند أول الكسوف = مجموع نصفي قطري الشمس والقمر = معلوم

، $\Gamma \Delta$ معلوم إذا عرفنا مقدار الكسوف

، $\Gamma \Delta$ معلوم أيضاً من مقدار الجزء المنكسف

∴ يمكن معرفة زاويتي $\Gamma \Delta \Gamma$ ، $\Delta \Gamma \Delta$ وهما تساويان زاويتي $\Gamma \Delta \Gamma$ ، $\Delta \Gamma \Delta$ المطلوبتين

(١) سا : غير موجود

(٢) $\Gamma \Delta$ ، سا : أربع

(٣) سا : كيفية

(٤) سا : تقويم

(٥) ف : غير موجود - وفي سا : على

(٦) ف : القمر

(٧) في هاش Γ : فنعرف

(٨) سا : أوآخر

لم يكن على دائرة البروج حصلنا مقدار الزاوية ^(١) بمعرفتنا بمقدار ^(٢) الأصابع واحد ما يفرزه ^(٣) من دائرة الأفق عن تقاطع البروج إما الطالع وإما الغارب بحسب ما يجب لو كان على دائرة البروج إن ^(٤) كان القمر ^(٥) شماليا فجهة أول كسوف الشمس وآخر كسوف القمر يتوجه ^(٦) إلى الشمال من التقاطع الشرق ^(٧) إلى الغارب وإن أردنا لأول كسوف القمر وآخر كسوف الشمس أخذنا إلى الشمال من التقاطع الغربي ^(٨) وأما إن كان القمر جنوبيا من فلك البروج أخذنا هاهنا من الجنوب مأخذناه ثم ^(٩) من الشمال وأخذنا ^(١٠) من الشمال ما أخذناه ^(١١) ثم ^(١٢) من الجنوب وأما إذا أردنا آخر ما تتجلى ^(١٣) الشمس ^(١٤) وآخر ما يتجلى ^(١٥) القمر ^(١٦) وضعنا المشرق مكان المغرب ^(١٧) .

(١) ف : الرؤية

(٢) سا : لمقدار

(٣) سا : ماقرره

(٤) سا : لكن إن

(٥) سا : غير موجود

(٦) ف ، سا : فيوجد

(٧) في هامش هـ : الغربي إل الغارب

(٨) في هامش هـ : الشرق

(٩) سا : ثمة

(١٠) (ثم من الشمال وأخذنا) : في هامش ف

(١١) سا : ماأخذنا

(١٢) سا : ثمة

(١٣) سا : ماينجل

(١٤) سا : من الشمس

(١٥) سا : ماينجل

(١٦) سا : من القمر

(١٧) سا : وبالله التوفيق . تحت المقالات الرابعة والخامسة والسادسة ولواهب العقل الحمد بلا نهاية .

المقالة السابعة

في جوامع أمور الكواكب الثابتة

المقالة السابعة

في جوامع أمور الكواكب الثابتة (١)

قال إنما سميت هذه الكواكب ثابتة لأن أبعاد بعضها من بعض ثابتة دائماً على مقدار واحد وليس كأبعاد الكواكب المتحركة التي قد يقترب (٢) منها ما يتباعد (٣) ويتباعد (٤) منها (٥) ما اقترب (٦) وأظن أنا (٧) أنها إنما سميت ثابتة لأن حال حركتها إلى المشرق لم تكن (٨) معلومة في قديم الزمان فكانت في حكم ما لا يزول من درجته فسميت ثابتة ولزمها ذلك الاسم وإن علم حال حركتها (٩) قال والدليل على أنها حافظة لوضع واحد لبعضها عند (١٠) بعض أنه لما رصد أبعاد بعضها من بعض وأوضاع بعضها من بعض في الأزمنة الأولى وفي (١١) زمان أبرخس (١٢) ثم في زمانه وجدت الأبعاد والأوضاع متساوية بالتقريب وهو يذكّر في ذلك أرسادا قدّمة رصدت في ذلك ويجد (١٣) أحكامها متشابهة لما وجد (١٤) بأرساده بالتقريب ثم أراد أن يبين أن لكثرة الكواكب الثابتة حركة على توالي البروج

(١) سا : (بسم الله الرحمن الرحيم . المقالة السابعة ويتلوها الثامنة من كتاب المجسطي) بدلا من
(المقالة السابعة في جوامع أمور الكواكب الثابتة)

(٢) سا : قرب

(٣) سا : ماتباعد

(٤) سا : وتباعد

(٥) سا : غير موجود

(٦) سا : ماقترب

(٧) ف ، سا : غير موجود

(٨) سا : يكن

(٩) ف : في الهامش

(١٠) سا : من

(١١) سا : في

(١٢) سا : انرجس

(١٣) سا : غير واضح

(١٤) سا : وجفتاه

وجعل ما حد بيان ذلك من أنه رصد أبعاد كواكب ثابتة بقياسها إلى كسوفات القمر المحققة البعد عن نقطة الاستوائين والاقلايين فرأها^(١) قد ازدادت عن تلك النقطة بعدا عما رصد فيما سلف من الزمان ورأى أبعاد ما بينها محفوظة في جميع الأزمنة واستظهر في ذلك بأرصادة محققة من ذات الحلق وأحضر في كتابه أرسادا ملونة في هذا الباب وإذ قد بدت^(٢) أن للثوابت^(٣) حركة فليعلم^(٤) أن تلك الحركة هي^(٥) على قطبي البروج لأن عروضها بالقياس إلى فلك البروج محفوظة وبالقياس إلى منطقة معدل النهار غير محفوظة بل مختلفة قال وإن أبرخس^(٦) مع ظنه أن حركة^(٧) الانتقال إلى المشرق إنما هي خاصة بالكواكب التي هي في منشور منطقة البروج دون غيرها فإنه يرى أن تلك الحركة لها على قطبي فلك^(٨) البروج فلو كانت الحركة على قطبي معدل النهار لكانت^(٩) عروض^(١٠) الكواكب الثابتة في جميع الأزمان إنما تتشابه^(١١) بالقياس إلى منطقة معدل النهار ولكن لم يوجد كذلك وإنما وجد ذلك^(١٢) التشابه بالقياس إلى منطقة^(١٣) البروج وهذا هو ما يظن^(١٤) أيضا أبرخس^(١٥) في الكواكب التي في المنطقة وإن كان لا يثق بذلك كل الثقة إذا كانت أرسادا من قبله على التحليل من الأمر والزمان بينه وبين طيموخارس الراصد قريبا قال وأما نحن فإن^(١٦) رءدنا عروضها عن فلك البروج فكانت على ما في القديم إلا

(٢) س : ثبت

(١) س : فرأها

(٣) س : للكواكب

(٤) س : فلنلم

(٥) س : فيرموجود

(٦) س : انرجس

(٧) ف : حركته

(٨) س : في الماش

(٩) س : لكان

(١٠) س : عرض

(١١) س : يتشابه

(١٢) ف : هذا

(١٣) [معدل النهار ولكن لم يوجد كذلك وإنما وجد ذلك التشابه بالقياس إلى منطقة] : غير

موجود قسما

(١٤) س : مانظر

(١٥) س ، س : إبرخس أيضا

(١٦) س : فإننا

بقدر ما يمكن أن ينسب إلى خلل الأرصاد والآلات وأما أبعادها من نقطة الاستواء والانقلاب فكانت زائلة وكان اعتبارها من أرصاد طيموخارس وأريسطولوس^(١) ومانالاولس ثم أرصاد أبرخس^(٢) ثم أرصاد نفسه فقد ذكر أبرخس أنه وجد الكواكب التي في النصف الآخذ من النقطة الشتوية والربيعية إلى الصيفية أميل إلى الشمال مما كانت عليه في أرصادهم لأنها لما زالت عن مواضعها إلى المشرق وحفظت العرض^(٣) مع فلك البروج وصارت أبعد في الشمال وأنه وجد العرض من البروج محفوظا مثاله أن السماء^(٤) الأعزل^(٥) وجد عرضه في رصد طيموخارس وفي رصد نفسه قريبا من درجتين جنوبا وإن كان أبرخس^(٦) مشككا^(٧) في ذلك لقلة ثقته بأرصاد طيموخارس إذ كانت مأخوذة على الجليل من الأمر وكانت المدة قصيرة وغير^(٨) كافية في ظهور الأمر وأما بطليموس فإنه قال إن الثقة بحركة الثوابت على الصفة المذكورة قد صحت منه ووقعت لزيادة عدد^(٩) الكواكب المرصودة وتطاول العهد قال بطليموس ونحن لما امتحنا أرصادنا وقابلناها بأرصاد أريسطولوس^(١٠) وأبرخس وبالأرصاد^(١١) التي قبله^(١٢) لطيموريطوس^(١٣) وغيره وجدنا الكواكب التي رصدت قد حفظت النسبة إلى فلك البروج وأما إلى دائرة معدل النهار فما كان منها في النصف المبتدئ^(١٤) من الشتوى والربيعي إلى الصيفي فإن أبعادها إلى

(١) في هامش هـ : ورسل - وفي سا : وارسل

(٢) سا : أنرجس

(٣) سا : العروض

(٤) سا : السماء

(٥) سا : غير موجود

(٦) سا : أنرجس

(٧) ف : مشككا - وفي هـ : مشكك - وفي سا : يشكك

(٨) سا : غير

(٩) ف : حركة

(١٠) في هامش هـ : رسل - وفي سا : وارسل

(١١) سا : والأرصاد

(١٢) ف : في الهامش

(١٣) سا : لطيموخارس

(١٤) سا : في

الشمال قد زادت مما وجدت عليه قديما وأما التي في النصف الآخر فإن أبعادها إلى الشمال ناقصة و إلى (١) الجنوب زائدة على نسبة واحدة وهذا الاختلاف في الكواكب القريبة من الاستوائين أكثر وفي القريبة من المنقلبين أقل لأن ظهور الميل عند النقطتين (٢) الاستوائيتين (٣) أكثر من ظهوره عند المنقلبين كما قد عرفت وعدة الكواكب وجدت على هذه الجملة فوجد (٤) هنا (٥) التفاوت مستمرا على وتيرة واحدة من أرواد المتقدمين ثم أرساد أبرخس (٦) ثم أرساده ولما وجد الخلاف بين رصده ورصد أبرخس (٧) في الطول بجزئين وثلاثي جزء والمدة بين الرصدين ما ثتان وخمس وستون سنة حكم أن الكواكب الثابتة تقطع الجزء الواحد في قريب من مائة سنة والاختلاف الواقع في العرض عن معدل النهار أيضا يوجب هذا الحكم بعينه وخصوصا في كسوفات الكواكب بالقمر في أوقات معلومة معلوم فيها عرض القمر وذكر منها أرسادا ماس (٨) فيها القمر الكواكب أو كسفها فعرف من معرفة مكان القمر في الطول والعرض وانحراف المنظر في ذلك التاريخ مكانها في الطول والعرض (٩) على الوجه الذي يعلم به ثم رصد أعظام الكواكب الثابتة على مراتب ستة متفاضلة في العظم إلى أن انتهى إلى العظم السادس وترك ما بعده لصغره ورسم لها جداول ثلاثة سماها فيها منسوبة إلى الصورة التي وضعت (١٠) لها (١١) ولم يبال (١٢) أن يخالف المتقدمين في هيئة صورة إذا (١٣) كان ما يصفه أوفق مثل مخالفته لأبرخس في تسمية كوكبين في العنراء سماهما أبرخس بمنكبي العنراء

(١) هـ : في الهامش

(٢) هـ ، ف : القطبين

(٣) هـ ، ف : الاستوائين

(٤) هـ ، سا : ووجد

(٥) هـ : غير موجود

(٦) سا : أنرجس

(٧) سا : أنرجس

(٨) هـ : غير واضح

(٩) [وانحراف المنظر في ذلك التاريخ مكانها في الطول والعرض] : غير موجود في سا

(١٠) سا : رمت

(١١) في هامش هـ : بها - وفي سا : غير موجود

(١٢) ف : يبل

(١٣) سا : إن

ومماها هو كوكبى جنبه إذ كان (١) بعدهما من كوكب الرأس أكثر من بعدهما من كفى العنراء وما كان كذلك فأولى أن يكون جنباً (٢) ثم (٣) رتب جداول فى الصف الأول منها أسماء ما رصدت أعظامه من الكواكب الجنوبية والشمالية وهى ألف، واثنان وعشرون (٤) كوكبا وعلاماتها فى (٥) الصف الثانى أسماء البروج التى كانت فى زمانه فى أول ملك أنطونينوس (٦) وجعل مبادئ الأرباع (٧) من نقط (٨) الاعتدال (٩) والانقلاب (١٠) وفى الثالث أجزاؤها (١١) من فلك البروج وفى الرابع جهاتها من فلك البروج وفى الخامس عروضها لا من معدل النهار ولكن من (١٢) فلك (١٣) البروج (١٤) وفى السادس أعظامها وأنت يمكنك أن تنقل ذلك إلى الأزمنة التى بعده على أن تجل مسيره (١٥) فى كل مائة سنة درجة (١٦).

(١) فى هامش ٥ : ذلك أصح وأدل على الصفة - وفى سا : كان ذلك أصح وأدل على الصحة

(٢) [بعدهما من كوكب الرأس أكثر من بعدهما من كفى العنراء وما كان كذلك فأولى أن يكون جنباً] :

غير موجود فى سا

(٣) سا : و

(٤) ٥ : واثنين وعشرين

(٥) ٥ ، سا : وفى

(٦) فى هامش ٥ : انطينس - بيليس - وفى سا : بيليس

(٧) ف : الارتفاع

(٨) ف ، سا : نقطة

(٩) سا : الانقلاب

(١٠) سا : والاستواء

(١١) ف : احراما

(١٢) سا : فى

(١٣) سا : غير موجود

(١٤) [وفى الخامس عروضها لا من معدل النهار ولكن من فلك البروج] : فى هامش ٥

(١٥) سا : مسيرها

(١٦) سا : والله الموفق

المقالة الثامنة

المقالة الثامنة

ثم افتتح في المقالة الثامنة منه (١) بجداول مثل هذه ولكن اللواتي (٢) في النصف الجنوبي من الكرة ثم أخذ يبين (٣) هيئة المجرة ويسمها الدائرة اللبية ويعرف ما فيها وفي حدودها من الكواكب المألوفة حتى استوفاهما ثم أخذ يعرف كيف تتخذ (٤) كرة مصمتة يرى فيها (٥) هذه الكواكب وصورها والمجرة وغير ذلك مما ذكره في الجداول فأمر أن تتخذ كرة شبيهة اللون بلون حون (٦) الليل (٧) أعنى لا زوردية اللون ويرسم (٨) فيها قطبان (٩) للبروج وترسم بينهما دائرة البروج وترسم (١٠) دائرة معدل النهار (١١) بالمثل المعلوم على قطبين آخرين ودائرة نصف النهار تمر بقطبيها وتقسم دائرة البروج بثلاثمائة وستين درجة والدرجة بالدقائق (١٢) على ما يسهل وتطبق عليها حلقة تماسها وتلور عليها وأخرى أكبر منها قليلا وعلى طول كل واحدة (١٣) منهما في بسيطها (١٤) المذهب (١٥) دائرة تقسم عرض ذلك البسيط بنصفين ثم تنصف هذه الدائرة فيها (١٦) وتقسم كل نصف بمائة (١٧) وثمانين قسما (١٨)

(٢) سا : لواتي

(١) هـ : غير موجود

(٤) سا : يتخذ

(٣) سا : يعرف

(٥) سا : فيه

(٦) ف : صون - وفي سا : جو

(٧) ف : النيل - وفي سا : الكون

(٨) سا : وترسم

(٩) سا : قطبين

(١٠) سا : وترسم

(١١) [دائرة معدل النهار] : مكرر في سا

(١٢) سا : دقائق

(١٣) سا : واحد

(١٤) سا : بسيطة

(١٥) ف : المذهب

(١٦) سا : فيها

(١٧) سا : ثمانية

(١٨) سا : غير موجود

نهايتها (١) مركز القطبين وتجعل الحلقة الصغرى مركوزة في قطبي البروج والكبرى
 مشتملة عليها وعلى الكرة ومركزها (٢) من الكرة في قطبي معدل النهار فلأن الحلقة
 الصغرى مقسومة في العرض فلنا إذا وضعناها على أى برج شتينا في أى طول شتينا
 أمكننا أن نأخذ موضع كل كوكب معلوم الطول والعرض منها فنثبت (٣) في الكرة
 ولا يزال (٤) يفعل (٥) ذلك حتى تصير الكرة مع ورة بالكواكب كالهواء
 ونخط (٦) الصورة (٧) بخطوط خفية لتلا يتشوش وجه الكرة ويجعل (٨) لهذه
 الكرة مع حلقتها حاملة تكون مكان الأفق وتجعل ارتفاع القطب الشمالى عنها (٩)
 كما في الإقليم ثم تسد ما يماس الأفق بمسار كما للقطب (١٠) ثم أخذ يعرف (١١) تشكيلات (١٢)
 الكواكب الثابتة لا التي يعتبر (١٣) لها من أنفسها وهي التشكيلات المحفوظة فيما بينها
 ولا (١٤) يزول بل التشكيلات الزائلة التي لها بعضها بالقياس إلى المتحيرة والنيرين وأجزاء
 فلك البروج وبعضها بالقياس إلى الأرض وحدها (١٥) وبعضها بالقياس إلى الأرض
 وفلك (١٦) الأولين معا فالقسم الأول يكون (١٧) أما على العموم فإذا صارت معا في
 دائرة واحدة من المارة بقطبي فلك البروج أو صارت على مختلفتين (١٨) إلا أنها على

(١) سا : غير واضح

(٢) سا : ومركز-

(٣) سا : غير واضح

(٤) سا : ولا يزال

(٥) سا : نفعل

(٦) سا : ونحيط

(٧) سا : الصور

(٨) سا : ونجعل

(٩) سا : غير موجود

(١٠) سا ، د : كالقطب

(١١) ف : ينتهي سياق الكلام في سطر ٢٢ ص ١٨٠. وتكملة من سطر ٢٤ ص ١٨١

(١٢) سا ، د : تشكيلات

(١٣) ف : بين السطرين وفي سا يمسر

(١٤) سا ، د : فلا

(١٥) سا ، د : وحده

(١٦) سا ، د : فلك

(١٧) د : غير واضح

(١٨) سا : مختلفتين

تثلث أو تربيع أو تسديس أو غير ذلك بحسب الزاويتين الحادثتين عنهما عند القطب قائمة كانت أو أكثر أو أقل بثلاث أو ربيع وأما على الخصوص فهي التي تكون في منشور (١) البروج الذي يرسمه مسيرات الكوكب المتحركة في العرض أما عند الكواكب المتحركة الخمسة بالمقارنة والستر (٢) وأما عند الشمس والقمر فبالاستمرار وهو أن يتوجه إلى (٣) النير فيدخل في شعاع (٤) النير حتى يختفي (٥) ثم يجتمع معه (٦) ثم يشرق وهو أن يخرج من الشعاع نحو المشرق وأما التي عند الأرض وحدها (٧) فأربعة أنواع وهي أن تكون طالعة وغاربة ومتوسطة للسماء (٨) من فوق أو من (٩) تحت وهذه التشكيلات أما في خط الاستواء فقد توجد كلها لكل كوكب في أزمنة متساوية أما حيث يكون القطب على سمت الرأس فلا يكون لشيء من الثابتة شيء من الأحوال المذكورة البتة ولا لواحد منها وأما بين هذين فيكون لبعض الكواكب كلها وبعض (١٠) الكواكب (١١) بعضها (١٢) دون بعض فأما ما يلي القطبين ويكون بينه وبين القطب دون ارتفاع القطب فيكون طالعا أبداً أو دون الانخفاض فيكون خفياً أبداً وأما في خط الاستواء فتكون أزمنة التشكيلات الأربعة (١٣) لجميع (١٤) الكواكب متساوية وأما في العرض فتختلف إلا ما كان منها على خط معدل (١٥) النهار وما سواه فإن الأميل إلى جهة ارتفاع القطب وإن كان في درجة واحدة من البروج

(١) ف ، س ، د : ميسور

(٢) س ، د : والير

(٣) ف غير موجود - وى : بين السطرين

(٤) د : شما

(٥) س : يخفى

(٦) ف : في الهاشم

(٧) د : وجدها

(٨) س : السماء

(٩) س : ومن

(١٠) س ، د : وليبعضها بعض

(١١) س ، د : غير موجود

(١٢) س ، د : غير موجود

(١٣) ف ، س ، د : الأربع

(١٤) ف : بجميع

(١٥) س ، د : غير موجود

فقد يطلع أسرع ويخفا^(١) أبداً لكنها قد تتوسط السماء معاً وذلك إذا كانت في الدائرة المارة بالأقطاب ولا يلزم أن يكون ما يطلع معاً يتوسط السماء معاً إلا في معدل النهار فيطلع ويفرب معاً ما كان يتوسط السماء معاً^(٢) وأما الكائن بحسب الأرض والسموات^(٣) فالعام من ذلك ما يكون للثابتة وللمتغيرات^(٤) ولأجزاء البروج بالقياس إلى الأرض وهي^(٥) كونها معاً في الطلوع^(٦) أو توسط السماء أو الغروب وأما بالتفصيل فهو^(٧) الذي يكون بالقياس إلى النيرين وهي تسعة^(٨) « ١ » فالنحو الأول هو الطلوع الصباحي^(٩) وهو أن يكون الكوكب^(١٠) والشمس معاً أو في زمانين متقاربين يهيران إلى الأفق وذلك إما التابع^(١١) فلا يرى وهو أن يكون كما تطلع الشمس يطلع الكوكب بعدها^(١٢) وإما المقارن^(١٣) فهو ظاهر وإما المتقدم الذي يرى فهو الصباحي الذي يطلع أولاً ويرى^(١٤) ثم تطلع الشمس « ب » والنحو الثاني^(١٥) يقال له توسط السماء الصباحي وهو أن يكون الكوكب قريباً من طلوع الشمس^(١٦) يتوسط السماء فوق الأرض أو تحتها^(١٧) وهو أيضاً إما التابع^(١٨) وهو الذي^(١٩)

(١) ف ، سا ، د : ويخفى

(٢) [إلا في معدل النهار فيطلع ويفرب معاً ما كان يتوسط السماء معاً] : غير موجود في ف ؛ وفي ب أيضاً غير موجود ولكن مكتوب في الهامش [لأن معدل النهار يطلع ويفرب مع ما كان يتوسط السماء]

(٤) د : والمتغيره

(٣) سا ، د : والمباويات

(٦) سا : الغروب

(٥) سا : وهو

(٧) ب : وهو

(٨) في د : [تسعة أصناف كلية] وفي ب : [أصناف كلية] في الهامش

(٩) [إل النيرين. وهو تسعة فالنحو الأول هو الطلوع الصباحي] : غير موجود في سا

(١٠) سا : الكواكب

(١١) ف : السابغ

(١٢م) ب : بعيداً - وفي سا ، د : بعيد

(١٣) سا ، د : المفارق

(١٤) سا ، د : غير موجود

(١٥) سا : الباني

(١٦) [يقال له توسط السماء الصباحي وهو أن يكون الكوكب قريباً من طلوع الشمس] :

غير موجود في سا ، د

(١٧) سا : وتحت - وفي د : أو تحت

(١٨) ف : البائع

(١٩) [وهو الذي] : غير موجود في د

يتوسط السماء بعيد طلوع الشمس بلا لبث أو المقارن (١) أو المقدم الذي يرى إن كان في وسط السماء فوقاني « > » والنحو الثالث يقال له (٢) الغروب الصباحي وهو إما التابع (٣) الذي لا يرى (٤) وهو أن يكون إما يغرب بعيد ما تشرق الشمس بلا لبث وإما المقارن (٥) وإما المتقدم الذي يرى وهو (٦) الذي يغرب أولاً ثم تطلع الشمس بلا لبث طويل . « د » والنحو الرابع انطلوع الظهيري (٧) وهو أن يطلع والشمس متوسطة وذلك إما نهاري لا يرى وإما ليلى يرى وهوان يطلع وقد توسطت الشمس (٨) السماء تحت الأرض « هـ » والنحو الخامس توسط السماء (٩) الظهيري (١٠) وذلك يكون إذا توسطاً معاً وهو إما غير مرئي إذا توسطاً معاً من جهة واحدة أو توسط الكوكب تحت والشمس فوق وإما مرئي إذا كانت الشمس في الوند الأسفل والكوكب في الوند فوقاني (١١) « و » والنحو السادس هو الغروب الظهيري وهو أن يغرب الكوكب مع توسط الشمس السماء (١٢) فوق الأرض وهو إما غير مرئي إذا كان توسطاً الشمس (١٣) السماء (١٤) من فوق الأرض وإما مرئي إذا كان توسطها تحت الأرض « ر » والنحو السابع يقال له الطلوع المسائي (١٦) وذلك أن تكون الشمس في (١٧) المغرب والكوكب يلى المشرق وذلك إما التابع (١٨) الذي يرى

(٢) سا : غير موجود

(٤) سا ، د : يرى

(١) سا : والمقارن

(٣) ف : السابع

(٥) ف : المقارب

(٦) د : غير موجود

(٧) سا : الظهري - وفي د : غير موجود

(٨) ف : غير موجود

(٩) د : غير موجود

(١٠) سا ، د : الظهري

(١١) ف : الأمل

(١٢) د : غير موجود

(١٣) ف : متوسط - وهنا ينتهي سياق الكلام في المخطوط ف في سطر ٢٣ ص ١٨٢

وتكملته من سطر ٢٣ ص ١٨٠

(١٤) د : غير موجود

(١٥) سا : غير موجود

(١٦) ف : المساوي

(١٧) سا ، د : يلى

(١٨) ف : التابع

وهو أن يطلع بعيد غروبها بلاليت (١) وإما المقارن أو المتقدم الذى لا يرى (٢) « ح »
والنحو الثامن هو توسط السماء المسائى (٣) وهو أن يكون الكوكب يلى وسط السماء
عندما تلى (٤) الشمس الأفق وهذا أيضا ثلاثة أصناف تابع يرى ومقارن (٥) ومتقدم
لا يرى . « ط » والنحو التاسع هو (٦) الغروب المسائى (٧) وهو أن يلى المغرب
معا إما التابع الذى يرى وإما المقارن وإما المتقدم الذى لا يرى .

فصل

فى مقارنة الكواكب الثابتة للشمس فى الطلوع
أو فى توسط السماء أو فى الغروب (٨)

فلما فرع من هذا أخذ يعرف وجه الوقوف على طلوع وغروب وتوسط السماء (٩)
للشمس (١٠) والكوكب إذا كان مقارنا بعد أن يتأمل (١١) مواضعها فى البيت
وابتداً يعرف (١٢) ذلك من توسط السماء المقارن (١٣) للشمس فيبين بشكل كيف أنه يمكننا
من معرفتنا موضع الكوكب أن نعرف (١٤) أنه (١٥) مع أى جزء من البروج
ومن (١٦) معدل النهار يتوسط السماء فقال (١٧) لتكن دائرة أ ب ج د مارة بأقطاب

(١) [بلا لىث] : فى هاشم ب ، ف

(٢) [وهوان يطلع بعيد غروبها بلا لىث وأما المقارن أو المتقدم الذى لا يرى] : غير موجود
فى سا

(٣) ف : المساوى (٤) ف : يلى

(٥) سا : ومفارق (٦) د : وهو

(٧) ف : المساوى

(٨) [فصل فى مقارنة الكواكب الثابتة للشمس فى الطلوع أو فى توسط السماء أو فى الغروب] :

غير موجود فى سا ، د

(٩) سا ، د : غير موجود

(١٠) سا ، د : الشمس

(١١) ف : تأمل

(١٢) سا : يتعرف

(١٣) سا : المفارق

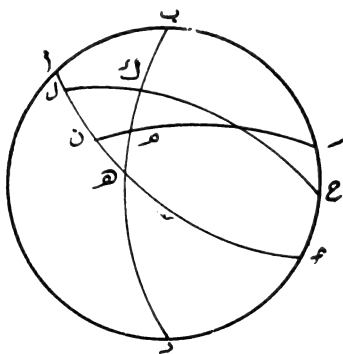
(١٤) د : غير موجود

(١٥) سا : غير موجود

(١٦) سا : من

(١٧) سا ، د : غير موجود

البروج والمعدل (١) و : ب ه نصف دائرة البروج على قطب ح و : أ ه نصف معدل النهار وليكن ط الكوكب و : ح ط كل يمر بالكوكب وقطب البروج فتكون نقطة ك درجة الكوكب في الطول ولتكن ر قطب المعدل واتمر عليه وعلى الكوكب



شكل (١٢٣)

ر ط م ن (٢) وظاهر أن نقط (٣) ط ، م ، ن تتوسط السماء معا فلأنه قد تقاطع بين قوسى أن ، أ ح (٤) قوسى (٥) ح ل ، ر ن (٦) المتقاطعتان (٧) على ط فنسبة جيب ح أ (٨) إلى جيب أ ر المعلومين بأن ر أربع (٩) و : ح أ ربع و كل (١٠) الميل أحنى ارتفاع القطب (١١) مؤلفه من نسبة جيب ح ل (١٢)

(٢) ف : د ط م ن

(١) ف : المعدل

(٣) ف ، سا ، د : نقطة

(٤) سا : ا ، ج - وف : د : ا ، ب -

(٥) سا ، د : زل قوسى

(٦) سا : د ل ، ر ن - وف : د : ح ل ، ر ن

(٧) ف : المتقاطعتان - وف سا ، د : غير موجود

(٨) سا : د ا - وف : د : ا ح

(٩) ف : تمام الميل

(١٠) سا ، د ، ف : و : ل ل

(١١) [المعلومين بأن ر أربع و : ح ا ربع و : ل ل الميل أحنى ارتفاع القطب] :

غير موجود في سا ، د

(١٢) سا : د ل

إلى جيب ل ط (١) ومن نسبة جيب ن ط إلى ن ر (٢) وقوساح ل ، ل ط (٣)
معلومان لأن ط ك (٤) عرض الكوكب معلوم من البيت و : ك ه معلوم لأنه (٥)
طول (٦) الكوكب من البروج (٧) وهو معلوم من البيت و : ه درجة المشرق
الاعتدالية (٨) ولنا أن نعلمه فإذا جعلنا ك ه (٩) المعلوم مطالع صار ه ل درج (١٠)
السواء و : ك ل ميل (١١) درجة ولنا أن نعلمه (١٢) فنعلم جميعه من الأصول
المعلومة و : ك ل (١٣) معلوم وإن جعلنا (١٤) ه ل مطالع وهو (١٥)
معلوم صار ك ل معلوما وصار ط ل معلوما و : ه ك (١٦) معلوم لأنه درج السواء
لقوس ه ل المعلوم لو جعل مطالعا (١٧) فيعلم وكذلك ل أ من ك ب (١٨)
فيعلم (١٩) ن ط ونسبة جيب ن ل (٢٠) المحمهور إلى أ (٢١) المعلوم مؤلفة (٢٢)

(١) ب ، سا : غير موجود

(٢) يل ذلك في سا : [لكن قوساً د ا ، ر ا معلومان بأن ز ا ربع تمام ل ل
المثل : ح ا ربع و ل ل الميل أعنى ارتفاع القطب] وبينما يل ذلك في د : [لكن قوساً ح ا ، ر ا
معلومان بأن ر ا تمام ل ل الميل و : ح ا ربع و : ل ل الميل أعنى ارتفاع القطب] - بينما في
هاش ب : [ومن نسبة جيب ن ط إلى ن ر لكن قوساً ح ا ، ا ر معلومان فإن ر ا
ربع و : ح ا ربع وكل الميل أعنى ارتفاع القطب فهو كتمام كل الميل]

(٣) سا : د ل - ط ل - وفى د : ح ل : ط ل

(٤) سا ، د : ط ل (٥) سا ، د : لأن ه

(٦) سا ، د : أطول (٧) سا ، د : الأفق

(٨) سا ، د : والاعتدالية (٩) د : ل

(١٠) سا ، د : درجة

(١١) ف : مثل - وفى سا : غير موجود

(١٢) [ولنا أن نعلمه] : غير موجود في سا ، د

(١٣) سا ، د : ف - ل ل

(١٤) سا ، د : جعلت

(١٥) سا ، د : و : ه ل

(١٦) سا ، د : و : ه ل

(١٧) ف ، د : مطالع

(١٨) [فيعلم وكذلك ل ا من ل ب] : غير موجود في د

(١٩) سا : يعلم

(٢٠) سا : ب ل - وفى د ل - وفى ب ، ف : ر ل

(٢١) ب : ن ا - وفى ف : ل

(٢٢) سا ، د : غير موجود

كما (١) تدري وكانت ط ر ، ط ن ، ح ر ، ح أ (٢) معلومات (٣) فصار (٤)
 أن معلوما (٥) بقى ه ن معلوما (٦) فصار ه م ، ه ن (٧) معلومين وجميع م ر (٨)
 أيضا فصار بعد م من ه ومن ك المعلومين معلوما وهى الدرجة التى تتوسط
 السماء مع ط من البروج وكذلك ن (٩) من معدل النهار (*) ثم بين مثل ذلك فى الطلوع

(١) ف : هـ

(٢) سا : د ، ط ن ، ح ر ، م ا

(٣) ف : معلومان

(٤) ف : د ، ح ر

(٥) [فصار ان معلوما] : غير موجود فى سا

(٦) م : معلوم

(٧) سا : د ، هـ م ، ا ل

(٨) ف ، سا ، د : م م

(٩) سا ، د : ل

(*) معرفة نقطة فلك البروج ونقطة معدل النهار التى تتوسط السماء مع الكوكب

نفرض ا ب د د الدائرة المارة بالأقطاب الأربعة (قطبى البروج وقطبى المعدل) ولتكن دائرة
 البروج ب د قطعها ح ودائرة نصف النهار ا هـ ج قطعها ر ولنفرض أن الكوكب عند نقطة ط والدائرة
 ح ط ل ل تمر بالكوكب وقطب البروج (شكل ١٢٣)

∴ ط ل ل عرض الكوكب ، ل هـ طوله والمفروض انها معلومان .

نرسم القوس ر ط بين الكوكب ط وقطب المعدل ر فيقطع البروج فى م ومعدل النهار فى ن
 ومن الواضح أن النقط الثلاث ، ط ، م ، ن تتوسط السماء فى نفس اللحظة أى أن م ، ن هما النقطتان
 المطلوب تمييزهما من الشكل القطاع ا ن ط ح ا :

$$\frac{\text{ح ا ل}}{\text{ح ا ا}} = \frac{\text{ح ا ح ل}}{\text{ح ا ل ط}} \times \frac{\text{خا ن ط}}{\text{ح ا ن ر}} \quad \text{لكن ا ر} = ٩٠ ، \text{ح ا} = ٩٠ + \text{الميل الأعظم (هـ)}$$

ومن المثلث ه ل ل : هـ ل ل معلوم ، ل هـ = ٩٠ ، هـ = الميل الأعظم ∴ نعرف ل ك

لكن ط ل ل عرض الكوكب معلوم

∴ ط ل ل معلوم وكذلك ح ل = ٩٠ + ل ل معلوم ، ن ر = ٩٠

∴ من القانون نعرف ن ط

$$\text{وبالمثل نفس الشكل : } \frac{\text{ح ا ن ل}}{\text{ح ا ل ا}} = \frac{\text{ح ا ط ن}}{\text{ح ا ط ر}} \times \frac{\text{ح ا ح ر}}{\text{ح ا ح ا}}$$

حيث ل ا = ٩٠ - هـ ل ، هـ ل عرفناه

من المثلث ه ل ل ∴ ل ا معلوم ، ط ن عرفناه بما سبق ، ط = ٩٠ - ط ن معلوم ،

ح ر = الميل الأعظم ، ح ا = ٩٠ + الميل الأعظم

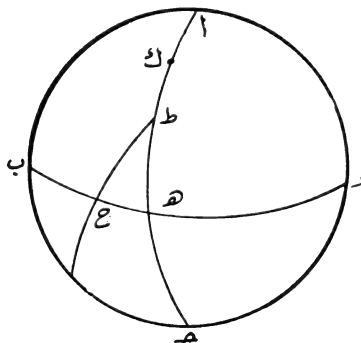
∴ يمكن معرفة ن ل ومن ذلك نعرف

هـ ن = هـ ل - ن ل أى نعرف نقطة ن المطلوبة

وبمثل المثلث ه م ن الذى فيه : هـ ن معلوم ، ن = ٩٠ ، هـ = الميل الأعظم

نعرف هـ م أى نعرف نقطة م المطلوبة

والغروب فليكن أ هـ (١) نصف دائرة المعدل في دائرة نصف النهار (٢)
 أب ح د وليكن نصف دائرة الأفق ب هـ د (٣) وليكن طلوع الكوكب على ح من
 ب هـ د و : ر قطب المعدل ولنمر بنقطتي ر ، ح ربع دائرة رح ط (٤) وقسري ر ح ،
 ر ط ، أ هـ (٥) أرباع و : ر ب وهو ارتفاع القطب معلوم و : ط درجة



شكل (١٤٤)

مره (٦) بوسط (٧) السماء معلوم و : ط ح بما (٨) عرفنا (٩) معلوم يتي
 رح معلوما و : هـ أ معلوم ونسبة جيب ر ب إلى جيب ب أ مؤلفة مما تعلم (١٠)
 فجيب هـ ط معلوم و : ط معلوم ف : هـ معلوم فالدرجة التي تطلع من المعدل معلومة
 فالتى من فلك البروج معلومة وكذلك التي للغروب معلومة (١١) ولتكن (١٢) النقطة

(١) د : د ا هـ ع (٢) سا ، د : د : نهار

(٣) يل ذلك في سا ، د : [على قطب ر]

(٤) ف : غير موجود - وفي ب : بين السطرين

(٥) سا : رح ، ر ط ، ا هـ - وفي ف : ر ا ، ب ط ، ا هـ

(٦) سا ، د : مر

(٧) سا ، د : يتوسط

(٨) سا ، د : ما

(٩) سا ، د : عرفناه

(١٠) [من نسبة جيب رح الى ح ط ومن نسبة جيب هـ ط الى ا هـ] : في هاش ب

(١١) هنا ينتهى سياق الكلام في النسخة ف في سطر ٢٣ ص ١٨١ وتكملته من سطر ٢٤ ص ١٨٣

(١٢) ف : والمركز

التي^(١) على المغرب^(٢) التي من ذلك الجانب من ط مثل نقطة ك ويكون ط ك^(٣) مساويا د : ط هـ ومغرب ك سعتة ك مشرق^(٤) هـ وزاويته القطبية كزاوية هـ القطبية أعنى مثل زاوية أ ر ح^(٥) التي في جانب وقد يسهل من ذلك معرفة أنه أى الكواكب تطلع^(٦) مع جزء جزء من فلك البروج ويتوسط^(٧) أو يغرب فيعلم أنه متى تصير الشمس إلى مقارنته^(٨) في تلك الحال وتسمى الموافيات (**).

(١) د : غير موجود

(٢) سا ، د : غير موجود

(٣) [ويكون ط ل] : مكررة في د

(٤) ف : مشرق

(٥) ف : أ ن ط - وف ب ، د : أ ر ح

(٦) ب : يطلع

(٧) د : وهو يتوسط

(٨) ف : مقارنته

(٩) تعيين نقطتي البروج ومعدل النهار اللتان تطلعان أو تغربان مع الكوكب

في شكل (١٢٤) أ ب د هـ نصف النهار ، أ هـ المعدل وتطهر ، ب د الأفق . وليكن الكوكب عند الشروق عند نقطة ح ونصل ر ح ليقابل المعدل في ط وهي التي تسمى درجه مر الكوكب في وسط السماء لأنها تكون على نصف النهار هي والكوكب ح في نفس اللحظة . والمطلوب الآن تعيين نقطة د وهي نقطة على معدل النهار تشرق مع الكوكب ح .

في الشكل القطع الكروي أ ب د هـ ر الذي فيه ر أ = ر ط = أ هـ = ب د = ٩٠ يمكننا تطبيق

$$\text{نظرية (١٠)} \quad \frac{\text{ح ا د}}{\text{ح ا ب}} \times \frac{\text{ح ا ر}}{\text{ح ا ط}} = \frac{\text{ح ا ر}}{\text{ح ا ب}} \quad \therefore$$

لكن ر أ = ٩٠ ، ر ب = ارتفاع القطب = عرض المكان ، ر ط = ٩٠ ،

ح ط = ميل الكوكب معلوم ،

ب د = ٩٠ . \therefore يمكن معرفة د ح

$$\text{وبتطبيق نظرية (١١)} \quad \frac{\text{ح ا د}}{\text{ح ا ط}} = \frac{\text{ح ا د}}{\text{ح ا ب}} \times \frac{\text{ح ا ر}}{\text{ح ا ر}} \quad \therefore$$

حيث د ح قد علمناه من نظرية (١٠) ، ح ب = ٩٠ - د ح ،

ب ، أ هـ = ٩٠ - ر ب = ٩٠ - عرض المكان

أ ر = ٩٠ . \therefore يمكن معرفة د ط

لكن نقطة ط معلومة . \therefore يمكن معرفة نقطة د المطلوبة وهي نقطة معدل النهار التي تطلع مع

الكوكب ومنها نعرف نقطة البروج التي تطلع معها .

وبمثل ماسبق يمكن تعيين النقطتين اللتان تغربان مع الكوكب

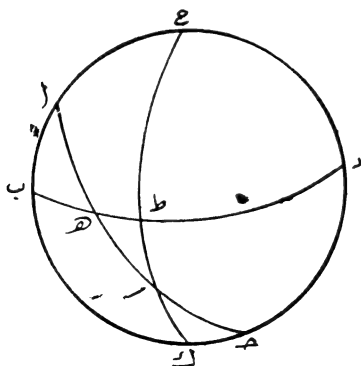
فصل

فى ظهور الكواكب الثابتة للرؤية واختفائها عنها (١)

ثم شرع فى بيان ظهور الكواكب الثابتة للرؤية واستمرارها قال ولما كان هذا يختلف بثلاثة أشياء بأعظام الكواكب وبعرضها (٢) من منطقة البروج وبميل البروج (٣) على الأفق لم يمكن أن يحكم فيها حكما كليا بطريق الخطوط فإنها كلما كانت أصغر خفيت أشد وكلما كان العرض أقل خفيت أشد لدخولها فى دائرة الشعاع وإن فوضنا ذلك متشابهها ثم كان فى بعضها مثل البروج على الأفق أشد كانت (٤) أخفى لصغر (٥) الزاوية الحادثة من الأفق والبروج وقال فإذا كان الأمر على هذا وجب أن يرصد (٦) فى كل كوكب على أنه كم بعد (٧) عن الأرض من الشمس (٨) وهى تحت الأرض ترى وهذا البعد قطعة قوس من القسى القائمة على الأفق وهى الار تفاعية فإذا علم ذلك حسب فى ميل ميل (٩) وعرض عرض ونظر هل (١٠) القوس الارتفاعية كذلك والكوكب هو بذلك المقدار (١١) أو أكثر منه أو (١٢) أدغر على أن ذلك أيضا (١٣) لا يكفى فى كل إقليم بل يحتاج فى كل إقليم (١٤) إلى رصد جديد لاختلاف أهوية العروض فى الكثافة واللطافة ثم حاول أن يبين أنه كيف يستخرج قوس الارتفاع للشمس وقوس انخفاضها (١٥) إذا كان الطالع معلوما

-
- (١) [فصل فى ظهور الكواكب الثابتة للرؤية واختفائها عنها] : غير موجود فى ه ، د
 (٢) ه : بعروضها
 (٣) ه : الدرجة
 (٤) ه : ما : كان
 (٥) ه : ما : لتصغر - وفى د : لتضع
 (٦) ه : ما : ترصد
 (٧) ه : ف : بعدا
 (٨) ه : من الشمس عن الأرض - وفى ه ، د : للشمس عن الأرض
 (٩) ه : ما : مثل مثل
 (١٠) ه : ما : هذا
 (١١) ه : ما ، د : القدر
 (١٢) ه : ف : فى المامش
 (١٣) ه : ما : غير موجود
 (١٤) [بل يحتاج فى كل إقليم] : غير موجود فى د
 (١٥) ه : ما : انخفاضها

فليكن دائرة (١) أب جد (٢) لتتصف النهار ر و : ب هـ د (٣) للأفق (٤)
و : ا هـ ر ج (٥) من البروج و : ر جزء (٦) الشمس (٧) و : ر هـ
معلوم لأن الطالع معلوم (٨) وتخرج (٩) نصف دائرة ك ر ط ح (١٠)
تمر بسمت الرأس وبالنشمس ويطلب ر ط ف : ر ط معلوم لأن نسبة جيب ر ط
المجهول إلى جيب ط ح المعلوم لأنه تسعون (١١) لأنه من الأفق إلى قطب الأفق



شكل (١٢٥)

الأعلى (١٢) أعنى سمت الرأس (١٣) مؤلفة من نسبة جيب هـ ر المعلوم إلى جيب

-
- (١) سا ، د : غير موجود
 - (٢) سا ، د : د ا ب
 - (٣) ف : و : ب ر
 - (٤) سا ، د : الأفق
 - (٥) سا ، د : و : ح د هـ
 - (٦) سا : و : ر ح ر
 - (٧) سا : الشمس
 - (٨) د : غير موجود
 - (٩) سا ، د : غير موجود
 - (١٠) ف : ل ر ط ح
 - (١١) ب ، سا ، د : تسعين - وف د : [لأنه تسعين] مكررة
 - (١٢) سا ، د : للأسفل
 - (١٣) سا ، د : للرجل

هـ أ المعلوم لأنه يقابل ج المعلوم وأنه درجة وسط السماء ويعلم مع علم الطالع ومن (١)
نسبة جيب ب أ (٢) المعلوم إلى جيب (٣) ب ح المعلوم ثم بين أنه إذا كان
ر ط (٤) معلوماً ثم كان اختلاف الأهوية لا يوجب اختلافاً فإنه يمكن أن نستخرج
قوس د هـ في كل إقليم أنه كم يكون وذلك بين هذه الطريقة (٥) لأن
نسبة جيب ر ط المعلوم إلى جيب ط ح المعلوم مؤلفة من نسبة جيب ر هـ المجهول إلى
جيب هـ أ المعلوم ومن نسبة (٦) جيب ب أ (٧) المعلوم لأنه غاية انخفاض درجة
معلومة إلى جيب (٨) ب ح (٩) المعلوم (*) وإذا عرف في الظهور عرف في الاستمرار
وعرف حال جهة المغرب ثم اعتذر بطليموس في اقتصراره على إعطاء القانون وترك
البسيط (١٠) إذا كان ذلك أمراً كثيراً لا انتشار لكثرة الكواكب الثابتة ولتغيير (١١)

(١) سا ، د : و

(٢) سا : ر

(٣) سا ، د : غير موجود

(٤) ف : ب ط

(٥) سا ، د : بهذا الطريق

(٦) [من نسبة] : غير موجود في سا ، د

(٧) سا : ر

(٨) ب : بين السطرين

(٩) ف : د ع

(٥) تعيين ارتفاع الشمس أو انخفاضها بمعرفة الطالع (نقطة البروج الطامة)

في شكل (١٢٥) ا ب ح د نصف النهار ، ب هـ د الأفق ونقطة ح سمت الرأس ، ا هـ ر ح
البروج حيث ر الشمس ، هـ الطالع والمطلوب ر ط بعد الشمس عن الأفق من معرفة الطالع هـ
ودرجة الشمس ر . في الشكل القطاع الكرى ح ر هـ ب ح ومن نظرية (١٠) نجد

$$\frac{\text{ح ر ط}}{\text{ح ا ط ح}} = \frac{\text{ح ا ر}}{\text{ح ا هـ}} \times \frac{\text{ح ا ب}}{\text{ح ا ح}} \text{ حيث } \text{ط ح} = ٩٠ ، \text{ر هـ} = \text{البعد بين}$$

الشمس والطالع معلوم ، ا هـ = البعد بين الطالع وبين وسط السماء معلوم ، ب ا = ارتفاع
وسط السماء معلوم ، ب ح = ٩٠

∴ يمكن معرفة ر ط وهو المطلوب

ومن نفس القانون يمكن عمل العكس أي إذا عرفنا ر ط يصبح ر هـ معلوماً

(١٠) سا : وتركه البسط - وهنا ينتهي سياق الكلام في المخطوط ف في آخر ص ٣٣٠ وتكملة

أول ص ٣٣٢

(١١) ف : ولتغير - وفي سا : ويعتبر - وفي د : وتعمر

المبول (١) في إقليم إقليم وتعلو (٢) رصد الوقت الذي فيه لا قبله ولا بعده يتلوى (٣)
في الظهور والاستمرار ولنقله الكعب الثابتة عن أطوالها ولكن (٤) المأخذ فيه
تقريباً بعيداً عن التحديد .

تمت المقالة الثامنة بحمد الله تعالى ومنه (٥)

(١) ما : المنزل

(٢) ما : وبند

(٣) د : ويتلوى

(٤) د : ولكون

(٥) [تمت المقالة الثامنة بحمد الله تعالى ومنه] : غير موجه في ب - وفي ما : [تمت
المقالتان السابعة والثامنة من المجلد] والله الحمد على مزيدة [- وفي د : [تمت المقالة الثامنة
والثامنة بحمد الله وحسن توفيقه]

المقالة التاسعة والعاشرة والحادية عشر^(١)

في جوامع أمور الكواكب المتحيرة

(١) سا : [المقالة التاسعة من كتاب المجسطى وفيها العاشرة والحادية عشرة] - وفي د : في

المقالات التاسعة والعاشره والحادية عشره

فصل

في مراتب أكر الكواكب السبعة (١)

قال إن الأوائل اتفقوا على أن أكر (٢) الكواكب (٣) المتحرية دون الثابتة وفوق القمر إذ كانت الثوابت تنكشف (٤) بالكل (٥) وكان القمر يكشف الكل واتفقوا أيضا (٦) على (٧) أنها (٨) هي فوق الشمس (٩) وأما كرة الزهرة وكرة عطارد فإن الأقدمين رتبوها تحت كرة الشمس وبعض من تأخر (١٠) عنهم رتبهما فوق كرة الشمس أيضا إذ لم يجدوها (١١) تكسفاً (١٢) الشمس وهذا غير واجب فإنه يجوز أن لا يكون مجازها (١٣) تحت الشمس في السطح الذي يمر (١٤) بأبصارنا ومركز الشمس ومع ذلك (١٥) تكون تحت كرة الشمس ولا تكسفاً (١٦) الشمس كما يكون في أكثر اجتماعات الشمس مع القمر أقول لاني رأيت الزهرة كخال وشامة في صفحة الشمس .

(١) [في جوامع امور الكواكب المتحرية - فصل في مراتب اكر الكواكب السبعة] : غير

موجود في سا : د

(٢) د : اكثر

(٣) سا ، د : غير موجود

(٤) سا : تكشفه - وفي د : تكسف

(٥) د : الكل

(٦) د : أنها أيضا

(٧) سا : غير موجود

(٨) [عل أنها] : غير موجود في د

(٩) سا : السماء

(١٠) د : تأخره

(١١) ف : يجدها - وفي سا ، د : يجدها

(١٢) ف : يكسفاً - في سا ، د : تكسف

(١٣) سا : مجازها - وفي د : مجازها

(١٤) ف : يمر

(١٥) سا : هذا

(١٦) سا ، د : تكسف

فصل

في الأصول التي يعمل عليها في الكواكب الخمسة (١)

ثم أخذ يوطئ الأصول لأمر المتحيرة ويشير إلى عسر الأمر في معرفتها لأن لكل واحد اختلافاً بحسب أجزاء فلک البروج واختلافاً (٢) آخر بحسب تشكلاته من (٣) الشمس مثل الظهور والاختفاء والمقابلة (٤) والمقارنة وغير ذلك على ما يتبين وهي مختلطة اختلاطاً شديداً ولا يتساوى مدد عوداتها ويعسر تلخيص بعضها عن بعض والأرصاء المتقدمة تقصر في (٥) ذلك لأنها مبنية على الجليل والقريبة (٦) قصيرة مدة الزمان الذي في مثله يظهر الحق وجملة تلك الأرصاد قريبة العهد غير بعيدة المدة ولأنها (٧) مبنية على - الظهورات والوقوفات عن الرجوع والوقوف لا يحد زمانه فإنه يبقى مدة طويلة (٨) على حالة واحدة عند الحس ويختلف الحس بحسب الأهوية ويعسر رصدها بالقياس إلى الكواكب الثابتة لأن الخطوط الواصلة بينها لا يجب دائماً أن تفعل عند دائرة الأفق (٩) زوايا قائمة بل قد تفعل حادة ومنفرجة (١٠) فيعسر الحساب ويختلف ولأن البعد الواحد بينها (١١) يرى عند الأفق أعظم وفي وسط السماء أصغر ولهذا اقتصر أبرخس في أمر المتحيرة على وضع الأرصاد (١٢) دون أن يحكم بشيء غير (١٣) ذلك إذ كانت الأرصاد المدونة في عصره غير بالغة مبلغ الكفاية في الكواكب المتحيرة وكانت بالغة في النيرين مبلغ التنبيه (١٤) والتطريق (١٥) إلى الحكم

(١) [فصل في الأصول التي يعمل عليها في الكواكب الخمسة] : غير موجود في سا ، د

(٢) سا : واحلافاً (٣) سا ، د : إلى

(٤) د : المقابلة

(٥) سا : عن

(٦) ف : والقريبة

(٧) سا : لأنها

(٨) سا ، د : واحدة

(٩) ب : البروج - وبين السطرين (الأفق) ؛

(١٠) ف : منفرجة

(١١) د : بينهما

(١٢) سا : غير موجود

(١٣) ف : في الهاش - وفي سا : غير واضح

(١٤) ب : غير واضح

(١٥) ب : فطريق

في أمر النيرين محبة منه للحق ولذلك ما كان أبرخس قد يقر (١) أن المرصود مخالف (٢) لحساب أهل عصره المبني على جداول يسمونها الأبدية بل كان يقول إنه ليس يكتفى في إدراك الحق في هذا الباب أن يقال إن لمسير هذه الكواكب اختلافين (٣) وأن لها رجوعات (٤) غير (٥) متساوية وأن هذين الاختلافين هما من جهة خروج المركز ومن جهة فلك التدوير وإن وافق المركز من (٦) جهة اختلاطها فضلا عن اختلاف (٧) واحد ورجوعات متساوية بل يجب أن يبلغ في كمية ذلك وتقديره (٨) مبلغا يطابق الحساب فيه المشاهدة قال (٩) رقد حدس أمر الاختلافات (١٠) وأمر الرجوعات غير (١١) المتساوية قوم ممن رام أن يحفظ الحركة المستديرة على الاستواء ورسوموا (١٢) الحلول الذي يسمونه الأبدى، إلا أن ذلك وضع بلا برهان ومع ذلك غير صحيح فإن منهم من زاع (١٣) عن كاية (١٤) الحق ومنهم من لزم (١٥) يسيرا ثم فارقه وأبرخس (١٦) يعترف بصعوبة هذا الأمر الذي ييسر لنا قال ولم يقل ما قلناه لا فتخار (١٧) ولكن لنعذر (١٨) إذا (١٩) اضطررنا إلى استعمال أمور خارجة عن القياس مثل أن يستعمل الدوائر التي ترسمها هذه الكواكب

-
- (١) ف : غير واضح
(٢) سا : اختلافان - وف : اختلافات
(٣) سا : رجوعات
(٤) سا ، د : ومن
(٥) سا : الاختلاف
(٦) د : وتقدير
(٧) ف : و ا ل
(٨) سا ، د : الاختلافين
(٩) سا ، د : الغير
(١٠) سا ، د : ورسم
(١١) ف : زاع - وف : د : راع
(١٢) د : كاية
(١٣) سا ، د : لزم
(١٤) سا ، د : فابرخس
(١٥) ف : لا فيختار
(١٦) ف : ليعذر - [ولم يقل ما قلناه لا فتخار ولكن لنعذر] : غير موجود
ف : سا ، د
(١٧) سا ، د : وانا إذا

على أنها في سطح دائرة البروج ولها بالحقيقة عرض وأن (١) يضع أشياء وضعها (٢) كأنها أوائل فلا (٣) تكون (٤) بينة (٥) في أول الأمر لكن الامتحان الكثير والمطابقة (٦) المتواترة صححتها (٧) لنا (٨) إذ كنا أطلعنا الأرصاد فوضعنا أولا وضعنا أن الحركات تجري عليها ولما (٩) جربت وامتنحت مرارا (١٠) كثيرة وأجرى عليها أمر الحساب ثم يختلف (١١) واعتمدنا في ذلك أرصادا بعيلة عن الشك والشبهة وكانت بآلات من ذوات الحلق مستقصاة الحلقة والصنعة (١٢) والقويم وكان الرصد بالقياس إلى الكواكب الثابتة عنقارة أو ملاصقة شديدة تخرجت (١٣) العودات للكواكب على ما ذكر أبرخس تطابق ما صححناه (١٤) بالامتحان وسنوضح الطريق إليه بعد .

فصل

في عودات أدوار (١٥) الكواكب الخمسة (١٦)

وبالجملة أقول إنهم (١٧) قد (١٨) وجلوا وسط الكوكب واختلافه (١٩) في الثلاثة العلوية مساويا (٢٠) لوسط الشمس وفي السفليين كل كوكب فوسطه مساو والوسط الشمس (٢١)

-
- | | |
|---|-------------------|
| (١) سا ، د : أو أن | (٢) سا ، د : وضما |
| (٣) ف ، د : ولا | (٤) ف : يكون |
| (٥) سا ، د : بينة | (٦) د : و المطابق |
| (٧) سا ، د : صحها | (٨) ف : لو |
| (٩) سا ، د : لما | |
| (١٠) سا : مراكزا | |
| (١١) سا : تخلف | |
| (١٢) هـ : والسمة | |
| (١٣) ف : تخرجت - وهنا ينتهي سياق الكلام في المخطوط ف في سطر ٢٣ ص ١٨٣ وتكملة من سطر ٢٣ ص ١٨٤ | |
| (١٤) سا : ماصحاه | |
| (١٥) ف : في الهامش | |
| (١٦) (فصل في عودات أدوار الكواكب الخمسة) : غير موجود في سا ، د | |
| (١٧) سا : غير موجود | |
| (١٨) سا : وقد | |
| (١٩) د : الكواكب | |
| (٢٠) سا ، د : مساويه | |
| (٢١) (وفي السفليين كل كوكب فوسطه مساو لوسط الشمس) هـ في هامش ف | |

ولأننا يبعد عنها (١) بغاية فضل الاختلاف تارة من جهة المشرق مستقيماً (٢) وتارة من جهة المغرب راجعاً (٣) وأما السبيل الذي توصوا منه إلى معرفة الاختلاف لهذه (٤) الكواكب فمنه مشترك لخمسة لأن (٥) لها أحوالاً مشتركة من ظهورات واستمرارات (٦) ورجوعات ووقوفات واستقامات ومقاطرات (٧) مع الشمس ولها (٨) اختلافان أحدهما بالقياس إلى الشمس فإن هذه الكواكب إذا كانت عند حال (٩) ما في ابتدائها أعنى حال ظهور أو استمرار (١٠) أو حال وقوف أو رجوع أو استقامة (١١) كان لها بعداً من الشمس وفي العلوية مناظرة (١٢) . فإذا عادت (١٣) إلى تلك الحال كان (١٤) في مثل ذلك الزمان لها (١٥) مثل ذلك البعد بعينه في جليل الأمر إن كان بعد . والعلوية (١٦) تعود (١٧) إلى تلك المناظرة (١٨) في مثل ذلك الزمان فإذا رصد ذلك في تغير آخر في تلك القوس بعينها وتلك الأجزاء وجد التشكل (١٩) واحداً بعينه إلا ما يتوقع

(١) سا ، د : عنه

(٢) سا ، د : ومستقيمه

(٣) د : راجعة فوجدوا - وفي سا : فوجدوا - وفي هامش ب : فوجدوا

(٤) سا ، د : الاختلافات

(٥) ف : فإن

(٦) سا ، د : واستمرارات

(٧) سا ، د : ومناظرات

(٨) سا ، د : ولها كلها - وفي هامش هـ : كلها

(٩) سا : حد حال - وفي هـ : حد وبين السطرين حال

(١٠) سا ، د : استار

(١١) سا ، د : إقامة

(١٢) د : مقاطرة

(١٣) د : حددت

(١٤) سا : غير موجودة

(١٥) سا : غير موجودة

(١٦) سا ، د : وفي العلوية

(١٧) سا : يعود

(١٨) د : المقاطرة

(١٩) سا : التشكك

من (١) تغييره (٢) لأزمة (٣) بعيدة فان تؤمل ذلك في قسى أخرى كان الأمر كذلك إذا أخذ (٤) واحد (٥) في آخر وهو أن مقابل (٦) نقصان (٧) يقع بزيادة يقع ولكن (٨) يوجد له فيما بين الابتداء والعود (٩) إلى مثل ذلك التغير (١٠) حان سرعة وإبطاء وتوسط فوجد الزمان الذى من أسرع الحركة إلى الوسطى أعظم من الزمان الذى من الوسطى إلى أبطأ (١١) الحركة وهذا لا يمكن إلا أن يكون على فلك تدوير والكوكب يتحرك في أعلى تدويره إلى المشرق أو خارج مركز (١٢) يتحرك مع الكوكب إلى المشرق وفي القسم الثاني لا يمكن رجوع وقد وجد رجوع فبقي أن يكون على أصل تدوير قد تم فيه عودة تدويرية (١٣) إذ قد استوفت (١٤) الأحوال الأربعة من سرعة وبطء وتوسطين وإذا (١٥) كان ذلك في أجزاء بأعيانها من البروج لا يوجب تعديلا فليس إلا لأن العودة في التدوير قد تمت فهذا اختلاف مفرد يتم فيه للكوكب (١٦) دورة اختلاف وللمركز تدويره قطع قوس وللشمس دورة ومثل تلك القوس والاختلاف الثاني بالقياس إلى فلك البروج ونرى أنه قد كان يرصد الكوكب وهو في ابتداء حالة من الاستقامة والرجوع والإبطاء والإقامة والسرعة فتحصل درجته ثم تحصل درجته وقد (١٧) عاد إلى مثل تلك الحال حتى يكون قد عاد إلى وسطه وتمت دورته في الاختلاف ثم

-
- (١) ف : في الماشئ
(٢) سا : د : تغير
(٣) ف : بأزمته
(٤) سا : د : أخذت
(٥) د : واحدا
(٦) سا : د : يقابل
(٧) د : نقصانا
(٨) سا : ولكنه
(٩) سا : والعود والعود
(١٠) ف : التغير
(١١) ف : سا : إبطاء
(١٢) د : ومركز
(١٣) سا : تدويرته
(١٤) د : استوفيت
(١٥) ف : فإذا
(١٦) د : الكوكب
(١٧) سا : د : غير موجود

يرصد (١) مثل ذلك في القوس التي تلي القوس الأولى (٢) من فلك انبروج فوجد القسي مختلفة في الصغر (٣) والكبر ولا تكون متساوية تساويها لو كان التدوير على حامل موافق (٤) المركز ويوجد اختلافها في الصغر والكبر يتبدى من حدود فيزداد ويزداد (٥) ثم يقف ثم يتناقص ثم يعود ووجدوا ذلك على نظام واحد وإن اعتبروه في أجزاء بعينها من البروج لكنهم وجدوا الزمان (٦) من أسرع الحركة إلى الحركة الوسطى أصغر من الزمان الذي من الوسطى (٧) إلى العظمى وكان هذا إنما يمكن على أحد أصلي التدوير أو خروج المركز (٨) لانهالة وكان أصل التدوير قد اخصص بالاختلاف الأول فبقى لهذا الاختلاف أصل الخروج ولما وجدوا الكواكب العلوية إذا عادت إلى ابتداء تغيرات (٩) أحوالها عادت إلى تشكيلها من الشمس فإن لم تعد بالمعدل عادت (١٠) بالوسط ولا تختلف إذا رصدت في أجزاء بعينها من فلك البروج فعلموا أنها إنما سارت في تلك المدة من البروج القوس الرادة إلى مثل التشكل الأول والشمس دارت دورة مثل (١١) تلك القوس فتكون الشمس قد دارت بوسطها (١٢) في فلكها دورة وقوسا والكواكب (١٣) قد (١٤) دارت (١٥) في اختلافها دورة وعادت وسار مركز تدويرها تلك القوس فيكون وسط الشمس مساويا لوسط الكوكب واختلافه ولأن تلك القسي تعلم بالرصد فيكون إذن (١٦) وسط الكوكب

(١) ما : رصد

(٢) د : الأول

(٣) ما : الصغير

(٤) ما : من أفق

(٥) ما : غير موجود

(٦) ما : بين السطرين

(٧) ما ، د : الوسط

(٨) ما ، د : مركز

(٩) هـ ، ف : تغيرت - وفي د : فقرات

(١٠) هـ ، ف : وعادت

(١١) د : ومثل

(١٢) د : توسطها

(١٣) د : والكوكب

(١٤) هـ ، ما ، د : غير موجود

(١٥) د : غير موجود

(١٦) ما ، إذ

معلوماً وهو ما بين الزائد والنقص وأيضاً هو ما تنقسم إليه أيام المدة على عدد العودات للأحوال مبسوطاً أجزاءً وبقي^(١) اختلافه وهو دورة واحدة في مدة عودة فيها وأما السفليان فلم يكونا يبعدان عن وسط الشمس إلا بمقدار^(٢) غاية التعديل^(٣) في الجهتين فلم أن وسطهما^(٤) مساو لوسط الشمس وأن^(٥) اختلافهما بقدر المدة التي يعودان^(٦) فيها^(٧) إلى حالها^(٨) من الرجوع^(٩) والوقوف ومن^(١٠) الظهور والاستقامة وبالجملة^(١١) غاية^(١٢) البعد عن الشمس والعود إلى مثله في تلك^(١٣) الدرج بأعيانها وهذا بالتحليل من النظر ووجدوا زحل^(١٤) يستكمل في الاختلاف سبعة^(١٥) وخمسين دورة في سبع^(١٦) وخمسين سنة شمسية ويوم ونصف وربع يوم^(١٧) يبقى لوسطه دورتان وجزء واحد وثلاثا^(١٨) جزء وجزء^(١٩) وجزء من ك فيكون^(٢٠) المسيران مساويين^(٢١) لمسير الشمس والمشتري في^(٢٢) ٧١ سنة إلا أربعة أيام ونصفا^(٢٣) وثلاثا^(٢٤) وجزء^(٢٥) من

-
- (١) سا ، د : ويبقى
(٢) سا : بتقدير
(٣) د : ولتعديل
(٤) سا : وسطها
(٥) د : وإن وإن
(٦) سا ، د : فيه
(٧) د : إلى حاله - وفي سا : من الرجوع وفوقها كلمة مؤخر
(٨) سا : إلى حاله وفوقها كلمة مقدم
(٩) د : من
(١٠) ف : وما يجمله - وفي سا : أو بالجملة
(١١) سا : غاية ويكون - وفي هامش هـ : ويكون
(١٢) ف : في الهامش
(١٣) سا : الزحل - وفي د : لزحل (١٥) سا ، د : سبعة
(١٦) سا : تسع - في د : تسعة
(١٧) [ويوم ونصف وربع يوم] : غير موجود في ف ، سا ، د
(١٨) هـ : وثلاثي
(١٩) [وجزء واحد وثلاثا جزء] : غير موجود في سا ، د
(٢٠) سا ، د : ليكون
(٢١) سا ، د : مساوية
(٢٢) سا ، د : ها
(٢٣) هـ ، سا ، د : ونصف
(٢٤) هـ ، سا ، د : وثلاث
(٢٥) ف : جزءا - وفي سا ، د : وجزء

١٤ جزء (١) من يوم خمسا وستين دورة (٢) في الاختلاف يبقى (٣) الوسط (٤)
 بالعودات إلى المنقلين ستة أذوار إلا أربعة أجزاء ونصفا وثلاثا (٥) والمريخ (٦)
 سبعا وثلاثين دورة في تسع وسبعين سنة شمسية وثلاثة أيام وسدس
 وجزء من ٢٥ (٧) من يوم فيتي (٨) نلوسط (٩) اثنتان (١٠) وأربعون دورة وثلاثة أجزاء
 وعشر (١١) دقائق ثم وجدوا عودة الزهرة في الاختلاف تستكمل خمسين منها في
 ثمان (١٢) سنين (١٣) إلا يومين وربعا وجزء (١٤) من عشرين جزءا (١٥) من يوم
 ولعطارد مائة وخمسا (١٦) وأربعين دورة (١٧) في ست وأربعين سنة ويوم واحد (١٨)
 وجزء من ٣٥ (١٩) من يوم (٢٠) وأما وسطها فمثل أذوار الشمس بالوسط
 بسطوا (٢١) أزمان (٢٢) العودات في الوسط والاختلاف سنين (٢٣) وشهورا وأياما (٢٤)

(١) ف : من ٤ اجزاء - وفي سا . د : من خمسة عشر

(٢) د : ودورة

(٣) د : ويبقى

(٤) سا ، د : للوسط

(٥) هـ : وثلاث - وفي سا ، د : وربيع

(٦) سا ، د : وللمريخ

(٧) سا ، د : عشرين

(٨) سا ، د : يبقى

(٩) سا : وسطه - وفي د : وسط

(١٠) هـ ، سا ، د : اثنتان

(١١) هـ : وعشرة

(١٢) ف ، سا ، د : ثمان

(١٣) سا ، د : وستين

(١٤) سا : وربيع جزء

(١٥) سا ، د : غير موجود

(١٦) سا ، د : وخمسة

(١٧) سا ، د : غير موجود

(١٨) سا ، د : غير موجود

(١٩) سا ، د : ثلاثين

(٢٠) [من يوم] : غير موجود في سا ، د

(٢١) سا : توسطوا

(٢٢) هـ ، د : زمان

(٢٣) سا : سنينا

(٢٤) سا : وأيام

وساعات وأجزائها وكان^(١) هذا بالمنظر^(٢) الجليل مبني^(٣) على اختلاف واحد^(٤) فقط ورسموا لذلك جداول لكل كوكب الأول من الجداول للسنين المجموعة والثاني^(٥) للأجزاء^(٦) في الطول^(٧) ويتصل به في العرض الثالث^(٨) لأجزاء الاختلاف ثم رسم^(٩) جدولا للسنين المفردة على قياس ذلك في ثمانية عشر^(١٠) سطرا ورسم خلفه جدولا للساعات ثم جدولا^(١١) للشهور ثم للأيام .

فصل

فيما يحتاج إلى تقديمه في أمر الأصول

التي يعمل عليها في الكواكب الخمسة^(١٢)

فلما وضع هذه الأشياء وضعا على الجليل^(١٣) من الأمر^(١٤) قال^(١٥) إنا نجد للكواكب المتغيرة على ما مضى ذكره اختلافين^(١٦) أحدهما بالقياس إلى الشمس وهو أشكالها^(١٧) عند الشمس بحسب المقاطرات^(١٨) والظهور والاختفاء

(١) سا : فكان

(٢) سا ، د : بالنظر

(٣) هـ ، ف : مبينا

(٤) سا ، د : في السنين

(٥) سا ، د : غير موجودة

(٦) سا ، د : لأجزاء

(٧) سا ، د : غير موجود

(٨) سا ، د : غير موجود

(٩) سا : رسا

(١٠) سا : يج - وفي د : لح

(١١) د : جداول

(١٢) [فصل فيما يحتاج إلى تقديمه في أمر الأصول التي يعمل عليها في الكواكب الخمسة] : فير

موجود في سا ، د

(١٣) سا ، د : الأمر الجليل

(١٤) (من الأمر) : غير موجود في سا ، د

(١٥) سا ، د : فقال

(١٦) سا ، د : لاختلافان

(١٧) سا ، د : أشكاله

(١٨) سا ، د : المناظرات

والوقوف والرجوع ويحدث كل واحد من هذه الأحوال للكوكب^(١) العلوى مع الشمس شكلا^(٢) ما من^(٣) تماثلة وتسديس وتربيع وتثليث وغير ذلك والآخر^(٤) بالقياس إلى أجزاء فلك البروج أما^(٥) الأول فأن يرصد الكوكب وهو على ابتداء تغير حال ما من الوقوف والظهور والرجوع والاستمرار^(٦) وغير ذلك وتحصل^(٧) من^(٨) جهة موضع الشمس ويحصل^(٩) من^(١٠) البعد بينهما درجة الكوكب ثم تحصل المدة بين كل حال^(١١) ويحصل جزؤه^(١٢) من البروج بتحصيل البعد بينه وبين الشمس ثم إذا عاود^(١٣) إلى حاله في الرصد الأول عندما يرصده من رأس^(١٤) نفعل ذلك ما أمكننا^(١٥) ولما رصدنا هذا الرصد الأول وأحكامنا الأرصاد واعتبرناها وتعرفنا نتائجها على ما نذكر^(١٦) صح أن سطح^(١٧) الفلك الخارج المركز في^(١٨) المتحيرة غير ساكن بل متحرك مثل^(١٩) حركة الثوابت^(٢٠) كل مائة سنة درجة واحدة حول مركز البروج

(١) سا ، د : للكواكب

(٢) سا ، د : شكل

(٣) د : بين

(٤) سا : بحسب - وفي د : والآخر بحسب

(٥) سا : وأما - وفي د : فأما

(٦) سا ، د : والاستمرار

(٧) سا : مكررة

(٨) ف : غير موجود - وفي هـ : بين السطرين

(٩) سا : وبتحصيل

(١٠) سا ، د : غير موجود

(١١) سا : واحد

(١٢) هـ ، ف : جزء

(١٣) سا ، د : ماد

(١٤) سا ، د : الرأس

(١٥) سا ، د : ما أمكن

(١٦) سا : ما يذكر

(١٧) سا : غير موجود

(١٨) سا : من

(١٩) سا : منذ

(٢٠) سا : الكواكب الثابتة

ولذلك لا تكون أبعاد الأوج والحضيض عن النقط الأربع (١) ثابتة (٢) بل متغيرة (٣) منتقمة بانتقال هذا السطح وصح أيضا أن مركز فلك التدوير ليس يتحرك حركاته (٤) المستوية (٥) أعنى القاطعة (٦) في أزمان سواء قسبا سواء والفاعلة في أزمان سواء زوايا عند المركز سواء (٧) تحركا يكون بالقياس إلى الخارج المركز الحامل له بل (٨) بالقياس (٩) إلى فلك آخر خارج المركز غير (١٠) هذا الفلك الحامل ومساويا له وليس مركز التدوير عليه ولكن الزوايا التي نفعلها عند مركزه (١١) في أزمان سواء تكون سواء وقسي تلك الزوايا قسبا سواء ويسمى الفلك المعدل للمسير ووجد (١٢) مركز المعدل على الخط المار بالأوج والحضيض ولوقع خارجا عنه لكان زمان مسير التدوير من (١٣) أوج الحامل إلى حضيضه في جهة المركز أعظم من الزمان الذي من الحضيض إلى الأوج إذ مجموع الزوايا الواقعة في جهة المركز يكون أكبر (١٤) ووجد (١٥) مركز (١٦) الحامل (١٧) فيما خلا عطارد واقعا على منتصف الخط الذي بين مركز المعدل (١٨) ومركز البروج وأما في عطارد فخارجا عن المركزين إلى الأوج بينه وبين مركز

(١) سا : الأول

(٢) سا : ثوابت

(٣) د : متغير

(٤) سا : حركته

(٥) د : المنصوبه

(٦) سا ، د : المقاطعة

(٧) هـ : في الهامش

(٨) سا : غير موجود

(٩) ف : القياس

(١٠) سا : عن

(١١) هـ : مركز هـ

(١٢) سا : ووجدوا

(١٣) سا ، د : هل

(١٤) سا : أكثر

(١٥) سا : ووجدوا

(١٦) في هامش هـ : فيه غلل

(١٧) سا ، د : المعدل - وفي هـ : المعدل وبين السطرين (الحامل)

(١٨) سا ، د : الحامل - وفي ب : الحامل وبين السطرين (المعدل)

المعدل (١) نصف ما بين مركز (٢) الحامل (٣) والبروج بالتقريب ووجد سطح الفلك الحامل (٤) لعطارد ينتقلا إلى المغرب في كل سنة دورة واحدة فينقل الأوج والحضيض ولذلك (٥) يوجد مركز التدوير على حضيضه مرتين في السنة (٦) كما للقمر مرتين في الشهر على (٧) ما تزيده شرحا وسوف يبين بعد أن سطح الفلك الحامل مائل على سطح البروج وأن سطح التدوير مائل عن سطح الخارج (٨) إلا أنا نفرضه في هذا الوقت (٩) كأن السطحين جميعا في سطح فلك البروج لأن التفاوت الذي يقع بين الأمرين في الحساب قريب جدا كما بينه وفي (١٠) مراعاة هذا الميول (١١) صعوبة وتطويل في (١٢) الحساب (١٣) مع قلة غناء (١٤) ونزارة وتفاوت (*) .

(١) ٠ الحامل وبين السطرين (المعدل)

(٢) [المعدل ومركز البروج وأما في عطارد فخارجا عن المركزين إلى الأوج بينه وبين مركز المعدل نصف ما بين مركز] : غير موجود في سا - وفي د : [المعدل نصف ما بين مركز] غير موجود

(٣) ٠ : الحامل وبين السطرين المعدل

(٤) سا ، د ، : الخارج المركز - وفي ٠ : الخارج وبين السطرين (الحامل)

(٥) ٠ ، سا : فنذلك

(٦) سا : لسنة

(٧) سا ، د : وعلى

(٨) د : الخارج المركز

(٩) سا : غير موجود

(١٠) د : في

(١١) سا : المتول

(١٢) سا ، د : غير موجود

(١٣) سا ، د : حساب

(١٤) ف ، سا : عنه

(٥) حركات الكواكب :

وضع القدماء أنظمة لحركات الكواكب تختلف عما وضعوه لحركات الشمس والقمر وذلك لمسايرة أرصادهم لتلك الكواكب . وقد توصلوا في هذا الصدد إلى نظام واحد يشمل الكواكب الأربعة الزهرة والمريخ والمشتري وزحل ونظاما آخر ينفرد به كوكب عطارد وذلك بفرض جميع المسارات واقعة في مستوى البروج

نظام الكواكب الأربعة :

١ - يتحرك مركز التدوير على دائرة تسمى الحامل

فصل

في أصناف الأصول التي يعمل عليها وفصولها (١)

وقد رسم بطليموس شكلين أحدهما لبيئة أفلاك الأربعة والثاني لعطارد يفهم منها (٢) ما قال ونحن (٣) طرحناها استغناء بما أوضحناه (٤) جملة ثم بين أن الكوكب إذا اتفق لها تعديلان من جنبتي الأوج على قوسين متساويتي (٥) البعد منه بالوسط كانا قوسين متساويتين (٦) سواء كان تعديلا مفردا أو اختلط (٧) التعديلان بعد أن يكون قوسا التدوير متساويين (٨) وأن أعظم التعديل فيها (٩) متساويين (١٠) وبين ذلك في الكواكب الأربعة دون عطارد فله حكم آخر ووجه هذا الباب فيها (١١)

٢ - هذه الحركة غير منتظمة بالنسبة لمركز الحامل ولكنها منتظمة بالنسبة لمركز دائرة أخرى تسمى الفلك المعدل للمسير

٣ - دائرة الحامل تساوى دائرة المعدل

٤ - مراكز البروج والحامل والمعدل تقع على خط مستقيم بحيث يكون مركز الحامل في منتصف المسافة بين مركزي البروج والمعدل
حركات عطارد :

تشبه نظام حركات الكواكب الأربعة في أن مركز التدوير يتحرك على دائرة الحامل وأن هذه الحركة غير منتظمة بالنسبة لمركز الحامل ولكنها منتظمة بالنسبة لمركز المعدل وكذلك دائرة الحامل تساوى دائرة المعدل

أما الاختلاف بين النظامين هو أن مركز الحامل لا يقع بين مركزي البروج والمعدل وإنما يقع في دائرة صغيرة مركزها نقطة بين مركز المعدل وبين الأوج ويكون اتجاه حركته عكس حركة مركز التدوير وبسرعة مساوية له

(١) (فصل في أصناف الأصول التي يعمل عليها وفصولها) : غير موجود في سا ، د

(٢) ف : ففهم فيها - وفي سا : فيفهم فيها - وفي د : فيفهم فيها

(٣) هـ : بين المنطرين

(٤) سا : ذكرناه وأوضحناه

(٥) سا ، د : متساوي

(٦) سا ، د : متساويين

(٧) ف : خلط

(٨) هـ : متساويين وفي الهامش (متشابهين)

(٩) سا : فيها - وفي د : فيها

(١٠) سا ، د : متساو

(١١) هـ : فيها - وفي سا ، د : فيه

ليكن أ ب ح د للحامل (١) حول ه و قطر (٢) أ ه ح و : ر مركز البروج
و : ح مركز الخارج المعدل وليكن (٣) د ، ب بعدهما من (٤) الأوج سواء
وعليهما (٥) فلكا (٦) التدوير متساويان (٧) ولنخرج د ح إلى ك و : ب ح إلى ط
ولنصل د ر ، ب ر ونخرج ر م ، ر ل مماسين للتدويرين فأقول إن زاويتي فضل
الاختلاف الثاني وهما ح ب ر (٨) ، ح د ر (٩) متساويتان وكذلك ب ر ل ،
د ر م اللتان (١٠) لأعظم تعديل التدوير ولنخرج م ر ه عمود ه س (١١) على ب ح (١٢)
و : ه ن (١٣) على د ح (١٤) فلأن زاويتي أ ح د ، أ ح ب متساويتان لأنهما على
بعد من الأوج سواء وعلى مركز المعدل فيكون في (١٥) مثلثي س ح ه (١٦) ،
ن ح ه (١٧) زاويتا س ح ه ، ن ح ه (١٨) متساويتين وزاويتا س : ن قائمتان
فمثلثا س ح ه ، ن ح ه (١٩) متشابهان متساويان (٢٠) لأن ه ح (٢١) مشترك فعمودا

(١) سا ، د : الحامل ا ب ح د

(٢) د : وقطره

(٣) ف : ونكن

(٤) سا : ا

(٥) ب ، د : عليهما

(٦) ب : بين الطرفين

(٧) د : متساويين

(٨) د : ح ب ر

(٩) ف : ح ب ، ر ج ، در - وفي د : ح ه ر

(١٠) ب : التين - وفي سا ، د : الذي

(١١) سا : س - وفي د : غير واضح

(١٢) سا ، د : د ح

(١٣) سا ، د : د ه ر

(١٤) سا ، د : د ب ح

(١٥) سا ، د : من

(١٦) سا : س ح - وفي د : س ح ه

(١٧) سا : ه ح ر - وفي د : ه ح

(١٨) سا : ه ح - وفي د : ح ه ر

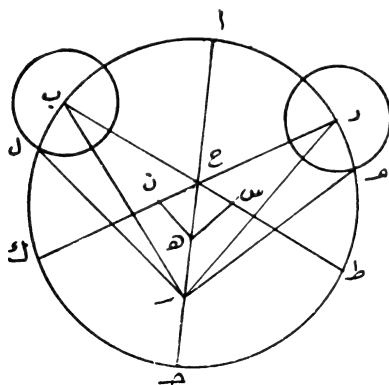
(١٩) د : ه ح ر - وفي سا : (متساويتين وزاويتا س ، ن قائمتان فمثلثا س ح ه ،

ن ح ه) غير موجود

(٢٠) سا ، د : ومتساويان

(٢١) ف : ح ه

هـ س ، هـ ن^(۱) متساویان وهما علی خطی ب ط ، د ك فخطا ب ط ، د ك
متساویان^(۲) وبصفاهما د ن ، ب س^(۳) متساویان ینقص منها^(۴) ح س ،
ح ن^(۵) المتساویان فیکون ب ح ، د ح متساویین^(۶) و : ح ر^(۷) مشترك
وزاویتا د ح ر ، ب ح ر متساویتان^(۸) ف : در ، ب ر متساویان ویلزوه



شکل (۱۶۶)

آن تګون زاویتا د ، ب متساویین^(۹) وأیضا خطا در ، ب ر^(۱۰) وخطا دم ،
ب ل متساویان وزاویتا ل ، م قائمتان فالمثلثان وسائر الزوایا متساویات^(۱۱) فزاویتا

-
- (۱) د : د هـ ر - وفی سا : فممود ا هـ س ، هـ ن
(۲) [وهما علی خطی ب ط ، د ك فخطا ب ط ، د ك متساویان] : فی هاش ب
(۳) ب : د س ، ب س
(۴) سا ، د : یزاد علیها - وفی هاش ب : یزاد علیها
(۵) د : د ح ر
(۶) (فیکون ب ح ، د ح متساویین) : غیر موجود فی د
(۷) سا : ف : ح
(۸) سا : متساویان
(۹) ب ، د : متساویتان
(۱۰) ف : در ، ب ذ
(۱۱) سا : متساویان - وفی د : متساویتان

در م ، ب ر ل (١) متساويان (*) وأما البيان الخاص لعطارد (٢) فليكن أ ب ح ع (٣)

(١) د : و ر م ، ب ر ن

(*) إذا أخذنا نقطتين على جانبي الأوج تعملان زاويتين متساويتين عند مركز الخارج المعدل فإن فضل الاختلاف الثاني (الزاوية التي يعملها البعد بين مركزي البروج والمعدل عند مركز التدوير) يكون واحدا عند التقطعتين وكذلك أعظم تعديل التدوير أو أعظم التعديل (الزاوية عند مركز البروج بين المماس للتدوير والخط الواصل إلى مركز التدوير) .

البرهان في حالة الكواكب الأربعة (الزهرة والمريخ والمشتري وزحل) :

نفرض Γ ب ح د الحامل ومركزه ه وليكن مركز البروج د ومركز الخارج المعدل ع (شكل ١٢٦) .

ونفرض أن مركزي التدوير هما ب ، دعل بمديين متساويين من الأوج Γ أي أن Γ ب Γ د = Γ د Γ د والمطلوب اثبات أن :

$$\text{أولا } \Gamma \text{ ب } \Gamma \text{ د} = \Gamma \text{ د } \Gamma \text{ د}$$

ثانيا Γ ب Γ د = Γ د ر م حيث Γ ل ، ر م مماسان للتدويرين

نمد Γ ع ، د ع ليقابلا محيط الحامل في ط ، ل ونزل العمودين ه س ، ه ن عل

ب ع ، د ع

$$\therefore \Gamma \text{ ب } \Gamma \text{ د} = \Gamma \text{ د } \Gamma \text{ د} \text{ فرضا ، } \Gamma \text{ ب } \Gamma \text{ ل} = \Gamma \text{ د } \Gamma \text{ ط بالتقابل بالراس}$$

$$\therefore \Gamma \text{ ل} \Gamma \text{ د} = \Gamma \text{ د } \Gamma \text{ د}$$

وفي المثلثين Γ ب ه ، س ه د : $\Gamma \text{ ب} = \Gamma \text{ د} = ٩٠^\circ$ ، $\Gamma \text{ د} \Gamma \text{ ه} = \Gamma \text{ ه} \Gamma \text{ د}$ ، ع ه مشترك

\therefore ينطبق المثلثان ويتبع أن :

$$\Gamma \text{ ب} = \Gamma \text{ س} ، \Gamma \text{ د} \Gamma \text{ ب} = \Gamma \text{ د} \Gamma \text{ س}$$

$\therefore \Gamma \text{ ب} \Gamma \text{ د} ، \Gamma \text{ ه} \Gamma \text{ س}$ عودان من مركز الدائرة على الوترين د ل : ب ط

$$\therefore \text{د ل} = \Gamma \text{ ب} = \Gamma \text{ د} \therefore \frac{1}{2} \text{د ل} = \frac{1}{2} \Gamma \text{ ب} \Gamma \text{ ط أي د ن} = \Gamma \text{ س}$$

وبطرح $\Gamma \text{ ن}$ من $\Gamma \text{ د}$ ، ع س من $\Gamma \text{ ب}$ س يتبع أن

$$\Gamma \text{ د} = \Gamma \text{ ب}$$

والآن في المثلثين Γ ب د ، د ع ر : $\Gamma \text{ ب} = \Gamma \text{ د} ، \Gamma \text{ د} \Gamma \text{ ب} = \Gamma \text{ د} \Gamma \text{ ب}$ مشترك ، $\Gamma \text{ ب} \Gamma \text{ د} = \Gamma \text{ د} \Gamma \text{ ب}$

\therefore ينطبق المثلثان ويتبع أن $\Gamma \text{ ب} \Gamma \text{ د} = \Gamma \text{ د } \Gamma \text{ د}$ وهو المطلوب أولا

كما يتبع أيضا من التطابق أن $\Gamma \text{ ب} = \Gamma \text{ د}$

وفي المثلثين Γ ب ل ، د ر م : $\Gamma \text{ ب} = \Gamma \text{ د} ، \Gamma \text{ ب} \Gamma \text{ ل} = \Gamma \text{ د} \Gamma \text{ م} = ٩٠^\circ$

\therefore ينطبق المثلثان ويتبع أن $\Gamma \text{ ب} \Gamma \text{ ل} = \Gamma \text{ د } \Gamma \text{ م}$ وهو المطلوب ثانيا

(٢) ما ، د : بكاردا .

(٣) ما : خط ا د - وفي د : خط ا ب ر .

هو القطر الذى عليه المراكز وليكن أ^(١) مركز البروج و : ب مركز المعدل و : ح مركز دائرة تدور مركز دائرة الحامل حولها ولنخرج خطى ب د ، ب ه^(٢) إلى التدويرين^(٣) على زاويتين متساويتين وخطا^(٤) ح ح ، ح ر^(٥) للدوران مركز^(٦) الحامل إلى المغرب على استواء فى السرعة ومساوية لسرعة التدوير بالقياس إلى مركز المعدل إذ عودتهما^(٧) فى سنة واحدة ومعا فتكون^(٨) زوايا^(٩) ح مساوية لزوايا ب^(١٠) وذلك لأن خطى ح ح ، ب د^(١١) كانا معا منطبقين على قطر أ ب ح ح^(١٢) فتحرك ح^(١٣) إلى جهة و : ب د^(١٤) إلى ضدها فأحدها^(١٥) زاويتين^(١٦) متساويتين فزاوية د ب ح^(١٧) مساوية لزاوية ح ح ح^(١٨) وليكن من ذلك الجانب مثل ذلك حتى يكون وضع فلك التدوير فى الجانبين واحدا وتكون زاوية ح ح ر^(١٩) مثل زاوية^(٢٠) ع ب ه^(٢١) فيكون^(٢٢) خطا ب د ، ح ر^(٢٣) متوازيين

-
- (١) سا : ا ب .
 (٢) سا ، د : التدوير .
 (٣) سا : ويكون خط و ف : د و خط .
 (٤) ب : بين الطرفين و ف سا ، د : ح ح ، ر ح .
 (٥) سا : من .
 (٦) سا ، د : عودتها .
 (٧) ف : فكون .
 (٨) ف : زاويتا .
 (٩) سا : د .
 (١٠) ف : ح ح ، ر د - و ف : ا ه - و ف : سا : ح ل ، ا ه .
 (١١) سا ، د : ا ب ح .
 (١٢) سا ، د : ح ل .
 (١٣) سا ، د : ا ه .
 (١٤) سا ، د : غير موجود .
 (١٥) سا ، د : بزاويتين .
 (١٦) ف : د ب ح - و ف : سا ، د : ا ب ح .
 (١٧) ب : و ح - و ف : سا ، د : ر ح ع .
 (١٨) سا ، د : ح ح ع .
 (١٩) سا ، د : غير موجود .
 (٢٠) ب ، سا ، د : ر ح ع .
 (٢١) ب : يكون .
 (٢٢) سا ، د : ا ب ، ح ح .

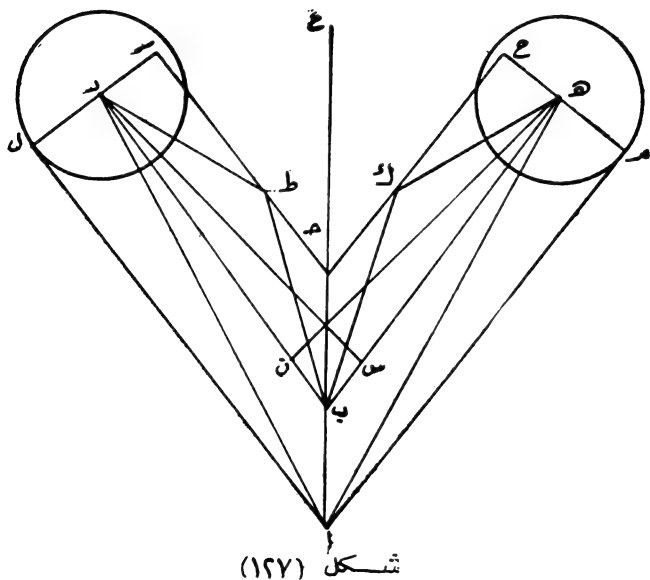
و: ب ه ، ح (١) متوازيين وليكن مركز الحامل على خط ح (٢) هو ك وعلى خط (٣) ح ر هو ط ولنصل ب ك ، ب ط (٤) وأيضا ك ه ، ط د و : أ ه ، أ د ويماسا (٥) أم ، أ ل (٦) ونخرج (٧) من نقطة ح على خطي (٨) ب ه ، ب د (٩) عمودي ح ن ، ح س (١٠) ومن نقطة د على خط ح ر (١١) عمود د ر ومن ه على ح عمود ه ح ونخرج عمودي ه م ، د ل على أم ، أ ل (١٢) فيقعان على (١٣) المناسين لا محالة وزاويتا ب ، ن من مثلث ح ب ن مساويتان لزاويتي ب ، س من مثلث ح ب س (١٤) وضلع ح ب مشترك فخطا ح س ، ح ن (١٥) متساويان بل خطا ر د ، ه ح الموازيان لهما لأن زاويتي (١٦) ح ، س من كل واحد (١٧) منها قائمة تصير كل واحدة من الأربعة التي بين متوازيين قائمة فيصير ه ح ، س (١٨) متوازيين وكذلك (١٩) في الجانب الآخر وخطا (٢٠) د ط ،

-
- (١) سا : د ، ح ر - وفي د : ب ، د ، ح ر .
 (٢) في هامش ب : عند الدور - وفي سا : د ح عند الدور - وفي د : د ح عند التدوير .
 (٣) د : غير موجود .
 (٤) ف : ر ل ، ب ط .
 (٥) ف : ويماسا
 (٦) سا : د بدلا من عبارة [ب ل ، ب ط وأيضا ل ه ، ط د و : أ ه ، أ د ويماسا أم ، أ ل] يوجد عبارة [أ د ، أ ه ويماسا م ، أ ل ولنصل ب ط ، ب ل ، ط ر ، ل ه] .
 (٧) سا : د ولنخرج .
 (٨) د : خط .
 (٩) سا : ب ه ، ر د .
 (١٠) د : ح ن ، ح س .
 (١١) سا : د ر .
 (١٢) د : غير موجود .
 (١٣) سا : عل أ ، م ان - وفي د : عل أ ، م .
 (١٤) سا : د : ب ه س .
 (١٥) سا : ح ر - وفي د : ح ن .
 (١٦) سا : د : زاوية .
 (١٧) سا : واحدة .
 (١٨) ف : فيصيره ح ، س - وفي د : ح ه ، س ح - وفي سا : غير واضح .
 (١٩) ف : وذلك .
 (٢٠) د : وخط .

ك ه (١) الخارجان من مركز الحامل إلى مركز التدوير متساويان و : ر د ، ه ح
متساويان (٢) وزاويتا ر ، ح قائمتان تكون زاوية د ط ر مساوية لزاوية ه ك ح
ولأن خطي ط ح ، ح ب مساويان لخطي ك ح ، ح ب (٣) لأن خط ح ط بعد ما
بين مركز الحامل ومركز الدائرة التي عليها تدور وهو بعينه ح ك (٤) وزاوية ط ح ب
مساوية لزاوية ك ح ب (٥) فتكون زاوية ح ك ب (٦) مثل زاوية (٧) ح ط ب (٨)
وكانت زاوية ح ك ه (٩) مثل زاوية ر ط د (١٠) تبقى زاوية (١١) ب ط د مساوية
لزاوية ب ك د وضلعاه ك ، ك ب (١٢) كل (١٣) مساو لنظيره من ضلعي
د ط ، ط ب (١٤) فتكون قاعدتا ب د ، ب ه متساويتين (١٥) و : ب أ (١٦)
مشترك وزاويتا ب متساويتان تكون زاويتا ب ه أ ، ب د أ التعديلان (١٧)
متساويتين (١٨) وقاعدتا (١٩) د أ ، أ ه (٢٠) متساويتان (٢١) ولأن د أ ، أ ه و : د ل ،

-
- (١) د : د ط مكررة .
(٢) [و : ر د ، ه ح متساويان] : غير موجود د .
(٣) سا ، د : د ل ، ح ، ب ح .
(٤) سا ، د : د ح ل .
(٥) ف : ل ح - وفى سا ، د : [وزاوية ط ح ب مساوية لزاوية ل ح ب] غير
موجود .
(٦) ف : ل ب - وفى سا ، د : د ل ح ب .
(٧) ف : غير موجود .
(٨) سا : ح ب ط - وفى د : ح ط ب .
(٩) ف : ح ل د - وفى سا : ح ل ب .
(١٠) سا : أ د ط .
(١١) [ر ط د تبقى زاوية] : غير موجود ف د .
(١٢) ف : ه ل ، ل ح - وفى سا ، د : د ل ، ل ح .
(١٣) سا : غير موجود .
(١٤) ف : د ط ، ط ر - وفى سا ، د : د ط ، ط ح .
(١٥) سا : متساويين .
(١٦) سا : و : ب ، أ .
(١٧) سا : اليمديلان .
(١٨) ب : متساويتان - وفى د : متساويين .
(١٩) سا : وزاويتا .
(٢٠) [د أ ، أ ه] : غير موجود فى سا .
(٢١) ف : مساويتان - وفى د : متساويتين .

هـ م (١) كل مثل نظيره وزاويتا ل ، م (٢) قائمتان تكون زاويتا هـ أ م ، د أ ل
الثان (٣) لكل التعديل متساويتين (٥) .



(١) سـ أ : د أ ل هـ ، ر د ل .

(٢) [كل مثل نظيره وزاويتا ل ، م] : غير وجود في سـ أ

(٣) سـ أ : التين

(٥) برهان النظرية السابقة في حالة عطار د :

نفرض أن المستقيم $ا ب ع$ هو الذي عليه المراكز حيث $ا$ مركز البروج ، $ب$ مركز المعدل ،
مركز الدائرة التي يدور حولها مركز الحامل . وليكن التدويران مركزا هما هـ ، د يعلمان زاويتين
متساويتين عند مركز المعدل $ب$ أي أن $ع ب د = ع ب هـ$ (شكل ١٢٧) والمطلوب إثبات :

$$\text{أولا } ا ب د = ا ب هـ$$

ثانياً $د ا م = د ا ل$ حيث $ا م$ ، $ا ل$ مماسين للتدويرين
نفرض أن $ط$ مركز الحامل عندما كان مركز التدوير عند هـ وأن $ك$ مركز الحامل عندما كان
مركز التدوير عند د . وحيث أن سرعتي مركزي الحامل والتدوير متساويتان ومتضادتان .

$$\therefore ع هـ ط = ع د ك ، ع هـ ل = ع د هـ ،$$

$$\text{لكن } ع ب د = ع ب هـ \text{ د فرضا}$$

∴ $\hat{c} - \hat{a} = \hat{e} - \hat{b}$ ويكون $\hat{e} - \hat{b} = \hat{d} - \hat{c}$ ، $\hat{a} - \hat{b} = \hat{c} - \hat{d}$ ،
 فإذا وصلنا \hat{b} ، \hat{c} ، \hat{d} ، \hat{e} ، \hat{a} ، \hat{b} وانزلنا العمودين $\hat{d} - \hat{c}$ ، $\hat{a} - \hat{b}$ على
 \hat{b} ، \hat{c} ، \hat{d} ، \hat{e} ، \hat{a} ، \hat{b} على \hat{b} ، \hat{c} ، \hat{d} ، \hat{e} ، \hat{a} ، \hat{b} نجد أن
 الشكلين $\hat{c} - \hat{a}$ ، $\hat{d} - \hat{b}$ در مستطيلان

في المثلثين $\hat{c} - \hat{a}$ ، $\hat{d} - \hat{b}$: $\hat{c} - \hat{a} = \hat{d} - \hat{b} = 90^\circ$ ،
 $\hat{c} - \hat{a} = \hat{d} - \hat{b}$ ، $\hat{c} - \hat{a} = \hat{d} - \hat{b}$ ، $\hat{c} - \hat{a} = \hat{d} - \hat{b}$ ،
 ∴ ينطبق المثلثان وينتج أن $\hat{c} - \hat{a} = \hat{d} - \hat{b}$ أي أن $\hat{c} - \hat{a} = \hat{d} - \hat{b}$.

وفي المثلث $\hat{d} - \hat{b}$ ، $\hat{d} - \hat{b} = \hat{c} - \hat{a}$ ، $\hat{d} - \hat{b} = \hat{c} - \hat{a}$ ، $\hat{d} - \hat{b} = \hat{c} - \hat{a}$ ،
 لأن كلا منها يساوي البعد بين مركز التدوير ومركز الحامل .
 ∴ ينطبق المثلثان وينتج أن $\hat{d} - \hat{b} = \hat{c} - \hat{a}$.

وفي المثلثين $\hat{c} - \hat{a}$ ، $\hat{d} - \hat{b}$: $\hat{c} - \hat{a} = \hat{d} - \hat{b}$ لأن كلا منهما يساوي نصف قطر الدائرة
 التي يدور حولها مركز الحامل ، $\hat{c} - \hat{a} = \hat{d} - \hat{b}$ ، $\hat{c} - \hat{a} = \hat{d} - \hat{b}$ (لأن $\hat{c} - \hat{a} = \hat{d} - \hat{b}$)

∴ ينطبق المثلثان وينتج أن $\hat{c} - \hat{a} = \hat{d} - \hat{b}$.
 ∴ $\hat{c} - \hat{a} = \hat{d} - \hat{b}$ ، $\hat{c} - \hat{a} = \hat{d} - \hat{b}$ ، $\hat{c} - \hat{a} = \hat{d} - \hat{b}$.
 أي أن $\hat{c} - \hat{a} = \hat{d} - \hat{b}$.

وفي المثلثين $\hat{c} - \hat{a}$ ، $\hat{d} - \hat{b}$: $\hat{c} - \hat{a} = \hat{d} - \hat{b}$ ، $\hat{c} - \hat{a} = \hat{d} - \hat{b}$ ، $\hat{c} - \hat{a} = \hat{d} - \hat{b}$ ،
 ∴ ينتج من انطباق المثلثين أن $\hat{c} - \hat{a} = \hat{d} - \hat{b}$.

وفي المثلثين $\hat{c} - \hat{a}$ ، $\hat{d} - \hat{b}$: $\hat{c} - \hat{a} = \hat{d} - \hat{b}$ ، $\hat{c} - \hat{a} = \hat{d} - \hat{b}$ ، $\hat{c} - \hat{a} = \hat{d} - \hat{b}$ ،
 (لأن $\hat{c} - \hat{a} = \hat{d} - \hat{b}$ ، $\hat{c} - \hat{a} = \hat{d} - \hat{b}$ ، $\hat{c} - \hat{a} = \hat{d} - \hat{b}$)

∴ ينتج أن $\hat{c} - \hat{a} = \hat{d} - \hat{b}$ وهو المطلوب أولا .
 وكذلك ينتج من التطابق أن $\hat{c} - \hat{a} = \hat{d} - \hat{b}$.

والآن في المثلثين $\hat{c} - \hat{a}$ ، $\hat{d} - \hat{b}$: $\hat{c} - \hat{a} = \hat{d} - \hat{b}$ ، $\hat{c} - \hat{a} = \hat{d} - \hat{b}$ ، $\hat{c} - \hat{a} = \hat{d} - \hat{b}$ ،
 ∴ ينطبق المثلثان وينتج أن $\hat{c} - \hat{a} = \hat{d} - \hat{b}$ وهو المطلوب ثانيا .

فصل

في معرفة أبعد البعد لعطارد والزهرة (١)

أما السبيل الذي استخرج (٢) به أوجات الأفلاك الحاملة إما (٣) لعطارد والزهرة فهي إنما لما كان مركز فلك تدويرهما يتحرك مع سط الشمس وكانا لا يبعدان عن الشمس إلا غاية التعديل الأول ثم وجب أن يرجعا إليها ويقارباها ثم يجوزها (٤) ثم ينهيا إلى غاية التعديل الأعظم ثم يرجعا (٥) إليها وهذا (٦) دائما ولما كان فلك تدويرها (٧) على فلك خارج (٨) المركز كما تبين (٩) فليس يمكن أن يكون التعديل الأول في جميع الأجزاء سواء لأنه (١٠) إذا كان في ناحية الحضيض من الحامل كان أقرب إلى البصر فكانت (١١) زاوية التعديل (١٢) أكبر (١٣) فرئى (١٤) مقدار القوس التعديلية أعظم وإذا كان في ناحية الأوج كان (١٥) أبعد (١٦) فرئى (١٧) أصغر ولما كان أحد نصفي (١٨) فلك (١٩) التدوير إلى الأوج من الحامل والآخر إلى الحضيض ورئى أحد بعده عن الشمس الذي يلي الأوج أكبر والآخر أصغر فإذا وجد لأحد هذين (٢٠) الكوكبين في

(١) [فصل في معرفة أبعد البعد لعطارد والزهرة] : غير موجود في سا ، د .

(٢) ف : به استخرج .

(٣) سا : وأما . (٤) د : يجوزها .

(٥) سا : ترجعا .

(٦) سا ، د : غير موجود

(٧) سا ، د : تدويرها .

(٨) سا : الفلك الخارج - وفي : فلك الخارج .

(٩) [كما تبين] : غير موجود في سا - وفي : كما بين .

(١٠) ف ، د : إلا أنه .

(١١) سا ، د : فكان .

(١٢) د : غير موجود .

(١٣) ف : أكثر .

(١٤) ف : فنرى .

(١٥) [في ناحية الأوج كان] : غير موجود في سا ، د .

(١٦) سا ، د : أبعد كان أصغر .

(١٧) ف : فنرى .

(١٨) في هامش ب : قطر .

(١٩) سا ، د : قطر .

(٢٠) د : هذين .

الأرصاد بعدان عظيمان مسائي وصباحي متساويان في موضعين مختلفين من الغلك علم أن مركز التدوير كان في الوقتين على بعد سواء عن الأوج أو الحضيض (١) وأنه (٢) إذا نصف ما بين موضعيهما عند البعدين المتضادين كان عنده موقع الخط المار بالأوج والحضيض فلما كان الأمر هكذا طلب بطليموس لعطارد أولا أرصاد البعدين صباحي ومسائي متساويين ليأخذ (٣) منتصف (٤) ما بينهما فيعلم (٥) موضع البعدين المختلفين فذكر رسدا لغاية بعد مسائي (٦) كان أحدا (٧) وعشرين جزءا وربعا (٨) إذ كان هذا بعد درجة الكوكب المرصودة عن وسط الشمس المحسوب . وذلك لأن الكوكب كان بالقياس الى الدبران (٩) على جزء واحد من الحوت وكان تاريخ الوقت يوجب أن يكون وسط الشمس على تسعة أجزاء ونصف وربع من الدلو وبينهما أحد وعشرون (١٠) جزءا وربع (١١) ورصدا قريبا من الأول لغاية البعد الصباحي مساويا له كان موضع الكوكب فيه على ثمانية عشر جزءا ونصف وربع من الثور ووسط السماء على (١٢) عشرة أجزاء من الخوزاء والمتوسط بين الموضوعين المرصودين للكوكب هو عشرة أجزاء غير ثمن جزء (١٣) من الحمل أو الميزان (١٤) فعليهما إذن يقع (١٥) القطر المار بالبعدين المختلفين وأيضا رصد غاية (١٦) بعد مسائي

-
- (١) سا ، د : والحضيض .
 (٢) سا : فإته .
 (٣) ف : لتأخذ .
 (٤) ف : منتصف .
 (٥) سا ، د : فيعرف .
 (٦) سا ، د : المسائي .
 (٧) هـ ، د : أحد - وفي سا : إحدى .
 (٨) هـ : وربع - وفي سا ، د : وربع جزء .
 (٩) [إل الدبران] : غير موجود في سا .
 (١٠) ف ، سا ، د : وعشرين .
 (١١) سا : وربع جزء - وفي د : غير موجود .
 (١٢) [ثمانية عشر جزءا ونصف وربع من الثور ووسط السماء على] : في هامش هـ - وفي ف ، سا ، د : غير موجود .
 (١٣) [غير ثمن جزء] : غير موجود في سا ، د .
 (١٤) سا ، د : والميزان .
 (١٥) سا : وقع .
 (١٦) د : لغاية .

فيكون ستة وعشرين جزءا ونصفا (١) والكوكب على سبعة (٢) أجزاء من الممرطان والرصد الآخر (٣) قريبا منه صاحبيا ومساويا له (٤) والكوكب على ثلاثة عشر جزءا ونصف من الحدى والمتوسط بينهما بالتقريب ذلك بعينه فهذا ما رصده بطليموس وقابل بذلك أرصادا قديمة (٥) فذكر رصدين صباحيا ومساويا متقاربين ورصدين آخرين مثل ذلك (٦) يوجب أن يكون هذا القطر على ستة من الحمل أو (٧) الميزان فالنفاوت لإذن بين مقتضى الأرصاد القديمة والقريبة أربع درجات والمدة بينها قريب (٨) من أربع مائة سنة فقد ظهر لإذن (٩) أن الأوج والحضيض ينتقل أربع درجات في (١٠) أربع مائة سنة كل درجة في مائة سنة قريبا مما وجد للثابتة (١١) .

فصل

في أن عطارد يكون على أقرب قربه

في الدورة الواحدة مرتين (١٢)

ولما (١٣) رصد أرصادا وجد غايات الأبعاد التي تقع ومركز التدوير أعنى وسط الشمس على قريب من عشرة أجزاء (١٤) من الحمل أكثر (١٥) فذكر أنه قد وجد

(١) د ، سا ، د : ونصف .

(٢) د ، سا ، د : تسعة .

(٣) د ، سا ، د : ورصد آخر .

(٤) د ، سا ، د : مساويا .

(٥) د : قدره .

(٦) د : من مثل .

(٧) د ، سا ، د : و .

(٨) د : قريبة .

(٩) د : إذا .

(١٠) د : في كل .

(١١) د : الثانية .

(١٢) [فصل في أن عطارد يكون على أقرب قربه في الدورة الواحدة مرتين] د : غير موجود

في د ، سا ، د .

(١٣) د : ثم لما .

(١٤) د : غير موجود .

(١٥) د : الأكبر .

ذلك في بعض سى رصده ثلاثا (١) وعشرين جزءا ورربعا (٢) وفي تلك (٣) السنة بعينها ومركز التدوير أعنى وسط الشمس على عشرة أجزاء (٤) من الميزان وجده تسعة عشر جزءا (٥) وجزءا (٦) من عشرين من الجزء الواحد (٧) فكان (٨) الأوج إذن (٩) عند الميزان تارة وعلى الحمل أخرى (١٠) وحصل من هذين الرصدين ومن تحصيل غاية هذين البعدين نسبة نصف (١١) قطر التدوير إلى نصف (١٢) الخط الواصل بين مركزي التدوير وهو على الميزان تارة وعلى الحمل أخرى وبالخط الخط الواصل بين الأوج والحضيض وبين أن منتصف هذا الخط كم بعده من مركز البروج فايكن البحث عاشر الميزان و : ج (١٣) بحيث عاشر الحمل فانه وإن لم يكن الوسط عليهما في الرصدين فلم يكن يبعد عنهما بما يوجب خلافا يعتد به وعليهما فالكا تدوير ولنصل بينهما القطر و : ب عليه موضع الإبصار (١٤) ونخرج ب هـ ، ب د مماسين (١٥) ولنصل ح هـ ، ا د وهما لا محالة عمودان ولأن (١٦) فضل اختلافي ح ب هـ ، أ ب د معلومان بالرصد فزاويتا ب معلومتان (١٧) وزاويتا د ، هـ (١٨) قائمتان تبقى (١٩) الباقيتان

(١) هـ ، سا : ثلاثة .

(٢) ب : ورربع .

(٣) [ذلك] : مكرر في سا .

(٤) سا : غير موجود .

(٥) سا : غير موجود .

(٦) ف هاشم هـ : وخمسا وعشرين دقيقة .

(٧) سا : [أوخمسا وعشرين دقيقة] بدلا من [وجزءا من عشرين من الجزء الواحد] .

(٨) ف : وكان .

(٩) سا : إذا .

(١٠) [تارة وعلى الحمل أخرى] : غير موجود في سا .

(١١) سا : ونصف .

(١٢) سا ، نصف قطر .

(١٣) سا : [و : د] .

(١٤) سا : الأرصاد .

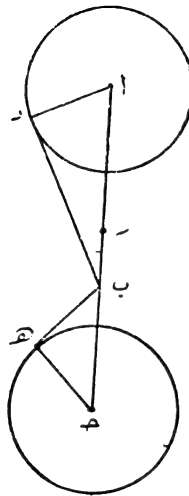
(١٥) سا : الماسين .

(١٦) هـ ، سا : فلؤن .

(١٧) ف : معلومتين .

(١٨) هـ ، ح ، هـ .

(١٩) سا : يبقى .



شكل (١٢٨)

معلومتين وتصير نسب أضلاع كل واحد من المثلثين معلومة ^(١) ولأن $هـ > أ$ ، $أ د$ متساويان ^(٢) تصير ^(٣) نسب أضلاع كل مثلث إلى المثلث ^(٤) الآخر معلومة إذا اعتبرت أضلاعها أوتارا في ^(٥) دائرتين ^(٦) على المثلثين ^(٧) وتصير نسبة جميع $هـ أ$ معلومة ^(٨) فإذا نصف على $ر$ ^(٩) كان نسبة $ب ر$ ^(١٠) الفضل معلومة ^(١١) ^(٥)

-
- (١) $سا : معلوما$.
 (٢) $ب : مساويتان$.
 (٣) [نسب أضلاع كل واحد من المثلثين معلوما ولأن $هـ > أ$ ، $أ د$ متساويان تصير : مكرر في $سا$.
 (٤) $سا : الميل$.
 (٥) $سا : الدائرتين$.
 (٦) [تصير نسب أضلاع كل مثلث إلى المثلث الآخر معلومة إذا اعتبرت أضلاعها أوتارا في دائرتين على المثلثين] : في هامش ف .
 (٧) $سا : معلوما$.
 (٨) [حل ر] : غير موجود في $سا$.
 (٩) $سا : معلوما$.
 (١٠) $سا : معلوما$.
 (١١) $سا : معلوما$.
 (٥) تعيين البعد بين مركز البروج ومتتصف خط الأوج والخفيض لطارد :
 في شكل (١٢٨) نفرض $أ$ مركز التدوير عند الأوج ، $هـ$ مركز التدوير عند الخفيض ، ولتكن نقطة $ب$ مركز البروج . نصل $أ هـ$ وننصفه في نقطة $ر$.

ولا يخلو إما أن تكون نقطة ر مركز الفلك الخارج المركز نفسه أو يكون مركز دائرة (١) إذا توهمنا سطحها (٢) متحركاً بحيث يرسم كل واحد من الأوج والخضيض وهما نقطتان لا محالة دائرة (٣) تكون هذه النقطة مركزها ولو كان الصحيح هو القسم الأول لكان التعديل المرنى لا يرى أعظم مما يرى عند ح ولكن لاحظ أقصر من خط ب ح أعنى من الخطوط التي يكون عليها (٤) مركز التدوير لكن الأرصاد دلت على أن مركز التدوير قد يكون على بعد أقرب من بعد ب ج لأن غاية التعديل قد يرى في عشرة (٥) أجزاء من الجوزاء وفي عشرة أجزاء من الدلو

والمطلوب تعيين قيمة ب ر .

الطريقة : من ب نرسم ب ه ، ب دعامسين لفلكى التدوير ، ونصل ب ه ، ب د .

∴ ب دماس للدائرة التي مركزها نقطة ب .

∴ ب د عمودى عليه .

وبالمثل ب ه عمودى على المماس ب ه .

في كل من المثلثين القائمى الزاوية ب د ب ، ب ه ب :

زاويتا ب د ب ، ب ه ب هما اختلافاً للفضل وهما معلومتان بالرصد .

∴ جميع زوايا المثلثين معلومة .

∴ النسب المثلثية $\frac{ب د}{ب ه}$ ، $\frac{ب ه}{ب د}$ معلومة

لكن ب د = ب ه = نصف قطر التدوير = نق .

∴ النسب $\frac{ب د}{نق}$ ، $\frac{ب ه}{نق}$ معلومة

∴ النسبة $\frac{ب د + ب ه}{نق}$ معلومة أى $\frac{ب ه}{نق}$

وبالمثل نسبة $\frac{ب د - ب ه}{نق}$ = $\frac{ب د - ب ه}{نق}$ = $\frac{ب د - ب ه}{نق}$

لكن نقطة ر منتصف ب د أى أن ب ر = ر ه .

∴ نسبة $\frac{ب د}{نق}$ معلومة ومنها نعلم قيمة ب د

(١) سا : مداره .

(٢) سا : سطحه .

(٣) سا : اكلل دائره .

(٤) سلسله عليه .

(٥) سا : مشر .

أعظم مما رُفِي (١) في الحمل وذلك عند ما يكون مركز التدوير مثلثا لموضع الأوج الأول وسلسلا لموضع الحضيض الأول وقد (٢) ذكر رصدنا كان أعظم البعد المسائي (٣) فيه لعطارد أحدا (٤) وعشرين جزءا واربعا (٥) ورصدنا آخر (٦) كان أعظم البعد الصباحي فيه لعطارد ستة وعشرين جزءا ونصف جزء ووسط الشمس في الرصدتين على عاشر الدلو وهو وسط عطارد أعنى جزء مركز تدويره ومجموع هذين البعدين (٧) ستة (٨) وأربعون جزءا ونصف وربع وهو أعظم من ضعف التعديل كله الذي عند الحمل لأن ضعف الذي عند الحمل (٩) ستة وأربعون جزءا ونعصف (١٠) ولا يزيد غاية البعدين (١١) عند الحمل على ثلاثة وعشرين وربع وهما قد وجد ستة وعشرون ونصف بفضل (١٢) ثلاث (١٣) درج وربع وقد ذكر رصدتين كذلك عند الجوزاء مسائيا وصباحيا كل واحد مساو لنظيره عند الدلو ووسط الشمس على الجزء (١٤) العاشر من الجوزاء وإذا كان الأمر على هذا فمركز تدوير عطارد في هذين الرصدتين هو في الجوزاء والدلو وعلى الجزء (١٥) العاشر نهما وكان مع ذلك أقرب ما يكون من (١٦) الأرض فبين من ذلك أن نقطة ر ليست (١٧) مركز الخارج الحامل وهي (١٨) مركز دائرة يلور (١٩) عليها (٢٠) الأوج في السنة

(١) سا : غير واضح .

(٢) ف ، سا : المساوى .

(٣) هـ : وربع .

(٤) سا وهامش هـ : التعديلين .

(٥) سا وهامش هـ : سبعة .

(٦) [لأن ضعف الذى عند الحمل] : في هامش ف .

(٧) سا : [مراد] بدلا من [ستة وأربعون جزءا ونصف] .

(٨) سا : التعديلين .

(٩) سا : بفضل .

(١٠) سا : ثلاث .

(١١) سا : غير موجود .

(١٢) سا : غير موجود .

(١٣) سا : إل .

(١٤) سا : ليس

(١٥) هـ ، سا : فهي

(١٦) سا : تدوير

(١٧) سا : عليه

مرة واحدة (١) إن (٢) وجد في قربه الأقرب في السنة مرتين وإذا كان كذلك حصل الأوج وهو مرة (٣) أقرب ومرة بعد في دورانه على هذه الدائرة وكذلك الحضيض وسائر النقط من الفلك الخارج فيكون أحد الرصدين من الأرصاد الأول الذي على (٤) الميزان (٥) وقع الكوكب (٦) ومركز فلك تدويره (٧) بجذاء درجة الأوج الأول وهو أوج مدار الأوج والحضيض الثاني وقع الكوكب (٨) ومركز تدويره بجذاء درجة الحضيض الأول وأما الرصدان اللذان في الجوزاء والدلو فإن مركز التدوير فيها على الحضيض من الحامل ونحن نورد ما يجب أن يكون عليه في حركة التدوير لعطارد وحركة الأوج (٩) حاملة إيرادا مشروحا لما كان هذا الكوكب في تثليث مركز تدويره لأوجه الأول يوجد على أعظم بعد ويتكرر له ذلك مرتين في الدورة الواحدة علم ضرورة أنه يعرض لسطح فلكه الخارج الحامل ما يعرض لنظيره من القمر وإن كانت النسبة مختلفة فيجب أن تكون الحركتان المتقابلتان متساويتين حتى يكون إذا كان مركز التدوير على أوج الحامل مثلاً عند العاشر من الميزان فيتحرك المركز إلى تثليث الأوج الأول وهو مثل حركة الشمس ويتحرك (١٠) الأوج الباقي من الجانب الآخر إلى تثليث الأوج الأول فيكون بينهما من جهة ضعف التثليث ومن جهة التثليث (١١) ويكون بينهما (١٢) وبين الحضيض الأول الذي على الحمل تسديسان (١٣) فإذا تحرك ذلك مقدار التسديس وتحرك هذا مقدار التسديس (١٤) فيكون مركز التدوير قد حصل في

(١) سا : غير موجود

(٢) سا : إذا

(٣) سا : في مرة

(٤) سا : هند

(٥) في هاش برفي سا : وبالحملة

(٦) سا : للكوكب

(٧) سا : غير واضح

(٨) سا : للكوكب

(٩) سا : أوج

(١٠) سا : ويتخرج

(١١) ف ، سا : تثليث

(١٢) [من جهة ضعف التثليث ومن جهة التثليث ويكون بينهما] : في هاش

(١٣) سا : تسديس

(١٤) [فإذا تحرك ذلك مقدار التسديس وتحرك هذا مقدار التسديس] : غير موجود في سا

عاشر الحمل وحصل الأوج أيضا هناك فيكون قد حصل التدوير على أوج الحامل والحامل^(١١) على حضيفض مداره ويكون حضيفض الحامل حصل بإزاء مكان أوج مداره والتقا^(٢) الخطان المحركان أحدهما لمركز التدوير والآخر لمركز الحامل وإن غير شيء من هذا لم يجب أن يكون أبعد البعد دائما عند عاشر الميزان ولم يجب أن يكون^(٣) الحكم في الثلاثين واحدا وإذا^(٤) افرقا أعنى الخطين فسار كل واحد منهم مسافة التسديس للحضيفض الأول والثالث^(٥) للحضيفض الثاني . وجب أن يكون قد عاد المركز إلى مثل البعد الذي كان من الأرض وليس يجب أن يكون مركز التدوير على حضيفض الحامل وقت التثليث فإنه لو كان على حضيفض الحامل كان^(٦) يصير إلى الأوج^(٧) لا^(٨) في العاشر من الميزان ولكنه إذا كان على حضيفض الحامل لا يكون حضيفض الحامل إلا^(٩) قريبا من أوج مدار الأوج فرمى الحضيفض بعيدا وكانت الزاوية تصغر وأن^(١٠) بعد الحضيفض من جهة حركة مركزه^(١١) يزيد^(١٢) على قربه من حيث هو حضيفض .

فصل

في معرفة البعد الأبعد للزهرة^(١٣)

وأما الزهرة فقد طلب لها كذلك أرسادا لأعظم أبعادها^(١٤) متساوية ووجد أوسطها^(١٥) في مواضع مختلفة فنصف ما بينها فخرج^(١٦) القطر المار بالبعدين

(١) ف : أو الحامل

(٢) ف : والباقي

(٣) [أبعد البعد دائما عند عاشر الميزان ولم يجب أن يكون] : غير موجود في سا

(٤) سا : فإذا (٥) سا : والتسديس

(٦) سا : لكان (٧) سا : أوج

(٨) ف : ولا (٩) ف : لا

(١٠) سا : فإن

(١١) ف : مرة

(١٢) ف : يريد - وفي سا : يدور

(١٣) [فصل في معرفة البعد الأبعد للزهرة] : غير موجود في سا ، د

(١٤) سا : أبعادها

(١٥) سا : أوسطها

(١٦) ف : بخرج

المختلفين أما من الأرصاد الحديثة فرصد ثاون لبعده مسالى (١) معتبر بالكوكب الأوسط من كواكب الثريا كان سبعة (٢) وأربعين جزءاً وربما (٣) وكان (٤) وسط بها أعنى وسط الشمس على أربعة عشر (٥) جزءاً وربيع (٦) من الحوت (٧) ثم رصد بطليموس نفسه لبعده صباحى معتبر (٨) بالكوكب الذى على الركبة الوسطى من التوأمن (٩) مساويا لذلك وهو (مرية) (١٠) ووسط الشمس على خمسة أجزاء ونصف وربع من الأسد وأيضاً رصد ثاون لبعده صباحى ووسط الشمس (١١) الزهرة (١٢) على سبعة عشر جزءاً ونصف وثلاث وجزء من ثلثين من الميزان وكان غاية البعد سبعة وأربعين جزءاً ونصف (١٣) جزء (١٤) رجزاً من ثلثين ورصد بطليموس للمسالى كذلك والوسط (١٥) على جزئين وأربع دقائق من الحدى والمنصف (١٦) بين هذين يقع على خمسة وعشرين جزءاً من العقرب أو الثور (١٧) .

فصل

فى معرفة مقدار فلك تدوير (١٨) الزهرة (١٩)

وأما تبين (٢٠) أن (٢١) أى البعدين هو الأبعد ونسبة فلك التدوير فذكر (٢٢) رصداً لثاون لغاية بعد صباحى والوسط على خمسة وعشرين جزءاً وخمسة جزء من الثور فكان

(١) ف : مساوى	(٢) ف ، سا : تسعة
(٣) و : وربيع	(٤) سا : كان
(٥) سا : وعشرين	(٦) سا : غير موجود
(٧) سا : الجنوب وربيع	(٨) ف : يعتبر
(٩) سا : التقمين	(١٠) سا : مر ل
(١١) سا : غير موجود	(١٢) و : بين المطرين
(١٣) سا : ونصفا	
(١٤) سا : غير موجود	
(١٥) فى هامش و : يعنى وسط الشمس	
(١٦) سا : والمتنصف	
(١٧) سا : والثور	
(١٨) ف : تدوير فلك	
(١٩) [فصل فى معرفة مقدار فلك تدوير الزهرة] : غير موجود فى سا ، د	
(٢٠) ف : نيين	
(٢١) سا : غير موجود	
(٢٢) ف : نذكر	

(مد م ح) ورصدنا له والوسط (١) على (٢) المقابلة فكان (مرك) (٣) فإذا الأوج في الثور والحفيض في (٤) العقرب، متقابلين (٥) وأما أنه (٦) كيف كان (٧) الذي رصده ثاون قال (٨) بطليموس قال ثاون رأيت (٩) الزهرة في بعد صباحي لها متقدمة على الخط المار بالكوكب المقدم من الثلاثة التي (١٠) على رأس الحمل والكوكب الذي (١١) خلف (١٢) ساقه بمقدار جزء (١٣) وخمس جزء وكان بعدها (١٤) من الكوكب الراسي نصف (١٥) بعدها (١٦) من الكوكب الساقى (١٧) ووسط الشمس في خمسة وعشرين جزءا وخمسين (١٨) من الثور فعرف بطليموس من ذلك موضع الزهرة من البروج طولاً وعرضاً وأما كيف عرف فأقول قد يمكن أن نبين بوجوه منها ليكن (١٩) أن نقطة الكوكب الراسي و: ب نقطة (٢٠) موضع (٢١) الكوكب الساقى و: أ ب الخط الواصل بينهما ولأن أ شمالى و: ب جنوبى فيقاطعها خط

(١) ف : الوسط

(٢) [خمس وعشرين جزءاً وخمسة أجزاء من الثور فكان (مد م ح) ورصدنا له والوسط على:]

غير موجود في سا

(٣) سا : مر ل

(٤) [الثور والحفيض في] : غير موجود في سا

(٥) سا : غير موجود

(٦) سا : غير موجود

(٧) سا : غير موجود

(٨) سا : فان

(٩) سا : رويت

(١٠) ف : في الماش

(١١) ف : الذي على

(١٢) في هاش ه : الأصل الرجل المؤخرة

(١٣) سا : غير موجود

(١٤) سا : بعده

(١٥) ه : [متصف] - وفوقها [نصف]

(١٦) سا : بعده

(١٧) سا : غير واضح

(١٨) سا : غير موجود

(١٩) سا : لتكن

(٢٠) ه : موضع

(٢١) ف : مواضع - وفي ب : نقطة - وفي د : غير موجود

البروج وليكن ك ل (١) نقاطا (٢) على ح ونخرج عمودى أ ي . ب ط على ك ل فتكونان (٣) عرضى الكوكبين ولتكن ه نقطة الزهرة ونخرج عمود ه ح (٤) على أ ب وهو البعد الذى كان معلوما بالرصد إذ كان علم بمقدار (٥) بعد الزهرة من الخط الواصل بين الكوكبين ولنخرجه إلى ر ولنصل ه ب ، ه أ (٦) ولنخرج من ه عمود ه د فلأن مثلثى أ ح ي : ب ح ط متشابهان (٧) لأن (٨) زاويتى ي ، ط من مثلثى ح ي أ ، ح ط ب (٩) قائمتان وزاويتا ح متقاطعتان فالمثلثان متشابهان ونسبة أى إلى ب ط معلومة لأنها عرضان معلومان للكوكبين فالمثلثان معلوما النسبة ونسبة مجموع أى ، ب ط المعلومين إلى أى مثل نسبة ط ي (١٠) المعلوم لأنه ما بين طولى الكوكبين إلى ح ي ف : ح ي معلوم و : ح ط معلوم ويصير المثلث أ ح ، ح ب معلومين ولأن ه ح معلوم وزاوية ح (١١) قائمة وزاوية (١٢) ح معلومة وفضلة ح ح : بين أ ح ، أ ح معلومة فمثلث ح ح ر معلوم والنسب و : ح ر ، ح ر معلومان وزاوية ر معلومة وزاوية د قائمة وجميع ه ح ، ح ر معلوم فمثلث د ه ر (١٣) معلوم النسب فعرض ه د معلوم وجميع د ر معلوم (١٤) و : ح ر معلوم ف : د ح معلوم فبعد طول الزهرة من (١٥) نقطة ح المعلوم (١٦) معلوم وأقول (١٧) إنه لو لم يكن

-
- (١) سا : كل
(٢) سا : فيكونان
(٣) سا : مقدار
(٤) [ولنصل ه ب ، ه أ] : فى هاش ب - وفى ف : غير موجود - وفى سا
د ر ، ه أ
(٥) ف : متساويان - وفى سا : [ولنخرج من ه عمود ه د فلأن مثلثى أ ح ي ، ب ح ط متشابهان] غير موجود
(٦) سا : فلان - وفى ف : فبن
(٧) ف : ح ي أ ، ح ط ب - وفى سا : ح د ي ، ح ط ب
(٨) سا : ب ط
(٩) (ح قائمة وزاوية) : فى هاش ف
(١٠) ف : د ه و
(١١) (و : ح ر ، ح ر معلومان وزاوية ر معلومة وزاوية د قائمة وجميع ه ح ، ح ر معلوم فمثلث د ه ر معلوم النسب فعرض ه د معلوم وجميع د ر معلوم) : غير موجود فى سا
(١٢) سا : من
(١٣) سا : المطومة
(١٤) سا : فأقول

هذا ونعود إلى حيث كنا فنقول ولما لم نجد في أبعاد الزهرة في جميع الأرصاد

النجمين ونسبة انقسام هذا الخط بالعمود النازل عليه من الزهرة . وقد أوضح كيف استنتج بطليموس الطول والعرض من ذلك : ثم ناقش ابن سينا احتمالا آخر وهو في حالة رصد بعد الزهرة عن كل من النجمين نفسها وكيف يمكن استنتاج المطلوب

في شكل (١٢٩) نفرض \angle البروج ، نقطتي Γ ، Δ تمثلان النجمين المعلومين أحدهما شمال والآخر جنوبي . نصل $\Gamma\Delta$ ليقطع البروج في نقطة ϵ ، ثم ننزل العمود $\epsilon\delta$ من الزهرة على $\Gamma\Delta$ ونعتمد ليقابل البروج في نقطة ρ ، كما ننزل الأعمدة $\Gamma\iota$ ، $\Delta\delta$ ، $\epsilon\tau$ على البروج المعلوم لدينا :

$$\Gamma\iota = \text{عرض النجم } \Gamma ، \quad \epsilon\tau = \text{عرض النجم } \Delta$$

$$\iota\tau = \text{الفرق بين طول النجمين}$$

$$\delta\epsilon = \text{بعد الزهرة عن الخط الواصل بين النجمين (رصد)}$$

$$\frac{\Gamma\epsilon}{\epsilon\tau} \quad (\text{رصد})$$

$$\text{في المثلثين } \Gamma\epsilon\iota ، \epsilon\tau\delta :$$

$$\text{زاوية } \iota = \text{زاوية } \tau = 90^\circ$$

$$\text{زاوية } \Gamma = \text{زاوية } \epsilon$$

$$\therefore \text{المثلثان متشابهان ويتبع أن :}$$

$$\frac{\Gamma\epsilon}{\epsilon\tau} = \frac{\Gamma\iota}{\iota\tau} = \frac{\epsilon\tau}{\tau\delta} = \frac{\epsilon\delta}{\delta\epsilon} \quad \therefore \frac{\Gamma\epsilon}{\epsilon\tau} = \frac{\Gamma\iota + \epsilon\delta}{\iota\tau} = \frac{\epsilon\delta}{\delta\epsilon}$$

$$\text{لكن } \Gamma\epsilon ، \Gamma\iota ، \epsilon\delta ، \tau\delta \text{ هي معلومة}$$

$$\therefore \text{يمكن معرفة } \epsilon\tau \text{ وبالتالي } \epsilon\delta \text{ ومن ذلك زاوية } \epsilon$$

$$\text{وبالمثل يمكن أن نعلم كلاً من } \Gamma\iota ، \epsilon\delta \text{ بمعرفة البعد بين النجمين}$$

$$\text{وفي المثلث } \epsilon\tau\delta :$$

$$\text{زاوية } \epsilon \text{ معلومة ، زاوية } \tau = 90^\circ ، \quad \epsilon\delta - \Gamma\iota = \epsilon\tau = \text{معلوم}$$

$$\therefore \text{يمكن أن نعرف } \epsilon\delta ، \epsilon\tau ، \text{ زاوية } \rho$$

$$\text{وفي المثلث } \delta\epsilon\rho$$

$$\text{زاوية } \delta = 90^\circ ، \text{ زاوية } \rho \text{ أصبحت معلومة ، } \delta\epsilon \text{ معلوم}$$

$$\therefore \text{نعرف من ذلك } \delta\epsilon ، \delta\iota \text{ حيث } \delta\epsilon \text{ عرض الزهرة}$$

$$\text{وأخيراً : من } \delta\epsilon - \epsilon\tau = \delta\iota = \text{الفرق بين طول الزهرة ونقطة } \epsilon \text{ المعلوم}$$

$$\therefore \text{يمكن أن نعلم طول الزهرة}$$

$$\text{أما الاحتمال الذي ناقشه ابن سينا فهو يفرض عدم معرفة } \delta\epsilon ، \quad \frac{\Gamma\epsilon}{\epsilon\tau} \text{ وبدلاً من ذلك نرصد}$$

$$\text{بعد الزهرة عن النجمين } \Gamma\iota ، \delta\iota$$

$$\text{في نفس الشكل نفرض أن } \delta\epsilon \text{ هو منتصف زاوية } \Gamma\delta\epsilon \text{ ونسلك إلى } \rho$$

$$\text{وبمثل ما سبق من مثلي } \Gamma\epsilon\iota ، \epsilon\tau\delta ، \Gamma\iota\delta ، \delta\iota\epsilon ، \epsilon\delta\iota ، \delta\epsilon\tau ، \epsilon\tau\delta$$

$$\text{زاوية } \epsilon$$

مجموع بعدين على نقطة أعظم من التي عند (ك ر) من العقرب وأصغر من التي تقابلها (١) حكم أن أوجها (٢) يخالف (٣) لأوج عطارد في الحركة التي أدركت ذلك ثم بين من هذين الرصدين نسبة نصف قطرات التدوير بشكل على قياس ما في عطارد فخرج الواصل جزءا وربع جزء من ستين جزءا من أجزاء نصف (٤) قطر الحامل .

فصل

في معرفة بعد مركز المعدل عن مركز البروج
لعطارد والزهرة (٥)

ثم طلب مركز المعدل لها ونسب الخطوط الواصلة فاستعمل غاية بعدين (٦) متضادين (٧) مسائي وصباحي ومركز التدوير على قرب الربع من أوج الحامل حيث يكون غاية التعديل الذي يوجه الخارج واستخرج (٨) منها بعد مركز المعدل لكل

وفي مثلك $\angle د ب ح$ حيث أن $\angle د ح$ منصف زاوية $\angle د$

$$\therefore \frac{\angle د}{\angle ح} = \frac{\angle ح}{\angle ب} \text{ ومن ذلك نعلم } \angle ح$$

\therefore يمكن معرفة $\angle ح = \angle ب - \angle د$

ومن ناحية أخرى نحن نعلم أضلاع المثلث $\angle د ب ح$ ومن ذلك زواياه

\therefore زاويتي $\angle د ب ح$ ، $\angle ح د ب$ ($\angle د = \frac{1}{2} \angle د$) معلومتان

\therefore مثلث $\angle د ب ح$ يصبح معاوما وينتج منه زاوية $\angle د ب ح$ ، ضلع $\angle د$

وفي مثلث $\angle ح د ب$:

زاوية $\angle ح د ب$ معلومة ، زاوية $\angle ح د ب = 180^\circ - \angle ح د ب =$ معاومة ، $\angle ح د ب$ معلوم

\therefore نعلم $\angle ح د ب$ ، $\angle ح د ب$ ، زاوية $\angle ح د ب$

ثم نكمل البرهان كما في الحالة السابقة لتعيين طول وهرض الزهرة .

(١) سا : تقابله

(٢) سا : أوجه

(٣) في هامش : يريد أن الفلك الحامل ثابت وليس لبعده الأبعاد حركة

(٤) سا : غير موجود

(٥) [فصل في معرفة بعد مركز المعدل عن مركز البروج امطارد والزهرة] : غير موجود

في سا ، د

(٧) سا : مضادين

(٦) سا : البعدين

(٨) سا : فاستخرج

كوكب بشكل فأما الشكل (١) لعطارد (٢) فقد بناه على رصدتين كان المسائي منها من أرساد ثاون وكان ستة وعشرين جزءا وربما (٣) إذ كان المرتئي عند الأسد ست درجات وثلاث والوسط على عشرة وجزء من اثني عشر من (٤) جزء (٥) من السرطان والصباحي مارصده بطليموس منها والوسط ذلك الوسط بعينه والمرتئي (٦) في الجوزاء (ك هـ) (٧) فكان (٨) بينها عشرون (٩) جزءا وربيع (١٠) وقد عرف ذلك من موضعي مرتبه ووسطه فهذا لعطارد وأما بعدا (١١) الزهرة اللذان رصدهما فقد كان الوسط على خمسة وعشرين ونصف (١٢) من الدلو والصباحي (١٣) منها كان (١٤) (محل) وجزءا من اثني عشر من جزء (١٥) والمسائي (مع ك) (١٦) ولنفصل (١٧) لبيان الشكل ليكن أ ح الخط الذي كان قبل ولنفرض ح (١٨) مركز المعدل و : ر (١٩) مركز (٢٠) مدار المركز فقد بان أنه يقع على أ ح (٢١) و : ب (٢٢) مركز البروج لأن (٢٣) الخط الخارج من مركز

(٢) سا : عطارد

(٤) سا : غير موجود

(١) سا : لشكل

(٣) هـ : وربيع

(٥) سا : جزءا

(٦) سا : والمشتري

(٧) سا : غير موجود

(٨) هـ ، سا : وكان

(٩) هـ ، سا : عشرون

(١٠) سا : وربما

(١١) سا : بعد

(١٢) ف : في الهامش

(١٣) سا : فالصباحي

(١٤) ف : غير موجود

(١٥) [وجزءا من اثني عشر من جزء] : غير موجود في سا

(١٦) سا : هـ

(١٧) سا : ولنقص

(١٨) سا : ح

(١٩) ف : غير موجود

(٢٠) ف : ومركز

(٢١) هـ : أ - وفي : خط

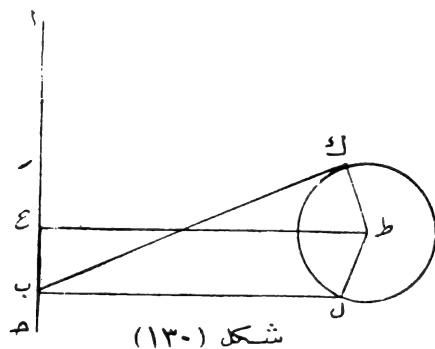
(٢٢) سا : غير واضح

(٢٣) هـ : ولأن

المعدل مارا بمركز التلوير الذى عليه هو على زاوية قائمة إذ كان وسط الكوكب على ربع من درجة الأوج (١) وهذا يوجب تقويم (٢) الزاوية فلنخرج ح ط على قائمة وعلى ط فلك تلوير (٣) ولنخرج ب ل ، ب ك (٤) مماسين ولنصل (٥) ط ك ، ط ل ، ط ب (٦) فلأن خطى ط ل ، ط ب مثل خطى ك ط ، ط ب وزاويتى (٧) ل ، ك المتناظرتان متساويتان فالثلثان والزوايا مساو (٨) كل لنظيره فكل واحدة (٩) من زاويتى ب نصف جميع زاوية ك ب ل ولأن البعد المسائى كان على ك والصباحى على ل وفى الحالتين مركز التلوير على ط فجميع زاوية ك ب ل (١٠) توتر (١١) مجموع البعدين فنصفه (١٢) وهو كل (١٣) واحدة (١٤) من زاويتى ب معلوم (١٥) وزاويتا ك ، ل قائمتان (١٦) فنسب الأضلاع معلومة وليس زاويتا (١٧) ب لمكان ط الوسط بل لمكانه اخفق وذلك لأن خط (١٨) ب ط خارج من مركز البروج وبه يتقوم مكان ط من البروج ومكانه الوسط كما علمت آخر وذلك لأن مكانه (١٩) الوسط ما تفرزه (٢٠) زاوية أ ح ط (٢١) وينتهى إليه خط ح ط (٢٢)

-
- (١) سا : الكوكب
(٢) سا : التلوير
(٣) سا ، د : ونصل
(٤) سا ، د : ط ل
(٥) ب ، سا ، د : وزاويتا
(٦) سا : مساوى
(٧) د : واحد
(٨) د : ل ب ل
(٩) سا ، د : لوتر
(١٠) سا ، د : نصفها
(١١) سا : ل ل
(١٢) سا ، د : واحد
(١٣) سا ، د : معلومة
(١٤) سا ، د : قائمة
(١٥) سا : زاويتى
(١٦) سا : خطا
(١٧) د : مكان
(١٨) د : مايقربه
(١٩) سا ، د : ا د ط
(٢٠) سا ، د : ح ط

لو أخرج إلى البروج وكان مركز البروج على ح وحساب هذه الأبعاد ليس من (١)
 اله سطر المقوم (٢) المحقق بل من الوسط المخاذى لوسط الشمس وقد علمت الفضل
 بين الزاوية التي للوسط والتي للمعدل ولا شك (٣) في أن الفضل بينها كما علمت



زاوية ب ط ح (٤) فزاوية ل ب ط ليست زاوية بعد مسالى أو صباحى وكذلك (٥)
 زاوية ك ب ط (٦) فلا يشكل عليك أمر تساويهما بل هما زاويتان أخريان إحداهما
 تنقص عن إحدى الزاويتين بمثل ما تزيد عليه (٧) الأخرى وقد (٨) علمت أن
 التعديل في جانب ينقص بما (٩) يزيد في الآخر (١٠) أو يزيد بما (١١) ينقص في
 جانب آخر ولكن (١٢) مجموع الزاويتين اللتين (١٣) تفعلان البعد بالقياس إلى نقطة

(١) [إلى البروج وكان مركز البروج على ح وحساب هذه الأبعاد ليس من] : غير
 موجود في ما

(٢) ما : غير موجود

(٣) ما : ولا شك أن

(٤) ف : ب ط - ونى د : س ط ح

(٥) ف : ولذلك

(٦) ما ، د : ب ط ح

(٧) ما : عليها

(٨) ما ، د : فقد

(٩) د : ما

(١٠) ما ، د : جانب آخر

(١١) د : ما

(١٢) د : وليكن

(١٣) ب : غير موجود - ونى ف : في الهامش

ط مأخوذة بالوسط مساويتان (١) لضعف إحدى زاويتي ب إذ (٢) إحداها (٣) تنقص والأخرى تزيد بشيء واحد فيكون مجموع زاويتي البعدين المقومين أعنى ك ب ل هو بعينه مجموع زاويتي البعدين بالوسط (٤) ونرجع الآن فنقول زاوية ط ب ح (٥) من مثلث ط ب ح معلومة لأن ح ب كلابعد المقوم من الأوج و: ك ب ط قد علمت ومجموعها ط ب ح وزاوية ح قائمة فنسب أضلاع ط ب ح معلومة فنسب (٦) ب ح من ب ط ، ط ك وسائر الأضلاع ومن ب أ ومن ب ر معلومة وقد خرج بالحساب أما في عطارد فقمرياً (٧) من نصف خط ب ر الذي كان علم في الشكل الأول لأنه خرج خمسة أجزاء واثنتي عشرة دقيقة بالأجزاء التي بها خط ب ر عشرة أجزاء (٨) دقيقة (*) وأما في الزهرة فخرج خط ب ح ضعف خط ب ر (٩) و: ر في

(١) سا : مساويتا

(٢) سا : [ب ا د] بدلا من [ب ا ذ]

(٣) ف : أحدها

(٤) سا : عن الوسط

(٥) ف : ل ب ح

(٦) ب ، سا : فنسبة

(٧) ب : ف (٩) ف : ب د

(٨) سا : وخمس وعشرون

(٩) تعيين مركز المعدل لعطارد والزهرة :

استعمل بطليموس لذلك أرسادا عندما كان الكوكبان عند غاية التعديل في بعدين متضادين أحدهما صباحي والآخر مساءً وعندما يكون مركز التدوير على بعد ربع دائرة عن أوج الحامل في شكل (١٣٠) ا خط الأوج والمضيض يقع عليه نقطة ح مركز المعدل المطلوب تمييزها ، نقطة ر مركز مدار مركز الحامل ، نقطة ب مركز البروج .

نفرض مركز التدوير عند نقطة ط حيث زاوية ا ح ط = ٩٠°

ونرسم الخطين ب ل ، ب ا لمسارين لفلك التدوير

نموقعا ل ، ن هما البعدان الصباحي والمساءلي

نصل ط ل ، ط ا ، ط ب والمطلوب تعيين ب ح

في المثلثين ط ا ل ، ط ب ل :

ط ل = ط ل ، زاوية ل = زاوية ل = ٩٠° ، ط ب مشترك

ينطبق المثلثان ويتبع أن زاوية ط ب ل = ط ب ل = ١/٢ ل ب ل

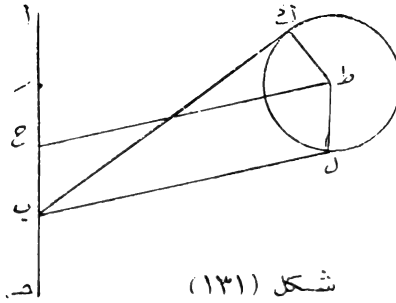
، كلا من البعد الصباحي والمساءلي معلوم بالرصد

مجموعها وهو زاوية ل ب ل معلوم

كل من زاويتي ط ب ل ، ط ب ل معلومة وهما متساويتان

لكن زاوية ا ب ل هي البعد المقوم للنقطة ل وذلك معلوم

زاوية ا ب ل + ل ب ط = ح ب ط معلومة



شكل (١٣١)

الزهرة مركز الحامل بعينه وهو إلى البعد الأبعد أعنى إلى a فخط b ح في الزهرة
(ب ل) بالتقريب من خط رأ إذا كان (١) رأ ستين (٢) وكان خط b ر واحدا وربعا (٣)
فيقع في عطارد لا محالة بين ر ب وفي الزهرة بين رأ (٤) كما علمنا علته (٥) .

فصل

في معرفة بعد (٦) مركز الحامل عن (٧) مركز المعدل لعطارد (٨)

ثم بين بعد مركز المعدل عن مركز الحامل في عطارد خاصة وهو (٩)
ذلك الشكل بعينه مسقطا منه فلاك التدوير وقد أخرج على (١٠) رعمود ر ن مساويا

وفي المثلث $ح ب ط$:

زاوية $ح = ٩٠^\circ$ ، زاوية $ح ب ط$ معلومة

∴ نعرف النسبة $\frac{ح ب}{ب ط}$

لكن النسبة $\frac{ب ط}{ط ل}$ معلومة ∴ $\frac{ح ب}{ط ل}$ معلومة

أى أن موقع النقطة $ح$ يصبح معلوما

(١) سا : كان خط

(٢) ف ، سا : شين

(٤) سا : [س ر] بدلا من [بين ر ا]

(٥) ف : عليه - وفي سا : عليه والله الموفق

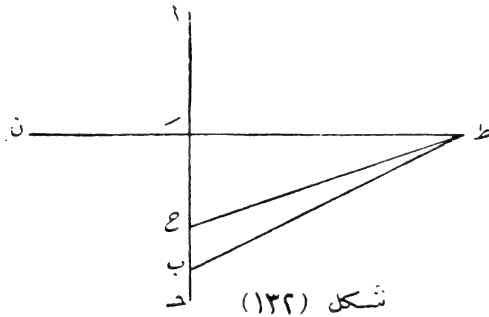
(٦) $ح$: غير موجود (٧) ف : من

(٨) [فصل في معرفة بعد مركز الحامل عن مركز المعدل لعطارد] : غير موجود في سا ، د

(٩) سا : فهو

(١٠) سا : غير موجود

ل : ر أ^(١) ومعلوم أن ر ن يتحرك على ر و تحرك^(٢) الأوج و : ح ط يتحرك أيضا وتحرك ط^(٣) مركز التدوير إلى جهة مضادة لجهة حركة ر ن يتوافقان^(٤) معا ويكون الزمانان إلى متوافيهما^(٥) متساويين لا محالة وحينئذ يصير ط^(٦) على



ن^(٧) لأن مركز التدوير متى صار على هذا الخط صار على الأوج من الحامل ولأن مركز الحامل يتحرك لا محالة حول ر حركة مساوية لحركة أ أعنى ن^(٨) فيكون مركز الحامل دائما على الخط المستقيم الواصل بين ر وبين أ أعنى ن^(٩) وليكن^(١٠) نقطة م ولأن خط ب ر القاعدة صغير جدا بالقياس إلى خط ك ر^(١١) فزاوية ط ر ب ايسر أقل من قائمة بشيء محسوس فخطا ط ر ، م ن^(١٢) كخط واحد مستقيم عند الحس و : أ ر أعنى ر ن معلوم وكان علم خط ب ط و خط ط ر^(١٣) يعلم من ذلك فجميع ط ن معلوم ولا محالة أن م حينئذ يكون منتصفه فيكون م ن معلوما يبقى ر م

-
- (١) س : [ا ر ا] بدلا من [ر : ا]
 (٢) س : ويخرج ر
 (٣) س : ويخرج
 (٤) ف : قبوا فيان
 (٥) س : يوافيهما
 (٦) س : تصير
 (٧) س : ر
 (٨) س : ر
 (٩) س : ر
 (١٠) س : ولتكن
 (١١) س : ط ر
 (١٢) ف : ط ر ، ر م ن
 (١٣) س : و ط ر

معلوماً وخرج بالحساب قريباً (١) من (٢) خط (٣) ب ح (*) ثم بين أن الذي وجدته بالرصد منعكس صحيح وأن الأشياء إذا وضعت على ما وضعه يوجب (٤) أن يكون الحساب موافقاً للرصد أي أنه إذا كان الوسط على تثليث الأوج عند عاشر الدلو أو التوأمين (٥) كان مجموع فضل التعديل من الجانبين (مر ٥) وهو ما يوتره قطر فللك التدوير فليكن القطر المار بقطر بالبعدين هو خط أ ب ح د ه ر : أ أوج و : ه حضيض و : ب مركز مدار الحامل و : ح مركز المعدل و : د حيث (٦) الإبصار وليكن على ر تدوير بعده عن الأوج ثلث (٧) دائرة ونصل (٨) ح ر (٩) فتكون زاوية ح معلومة وهي توتر (١٠) الثالث وليكن ب ح هو الخط الخارج من

(١) سا : قريب

(٢) سا : ط من

(٣) سا : غير موجود

(٥) تعيين بعد مركز الحامل من مركز المعدل لطارده :

نفرض أن ا ح خط الأوج والحضيض (شكل ١٣٢) يقع عليه نقطة ح مركز المعدل ، ر مركز مدار مركز الحامل ، ب مركز البروج ، ط مركز التدوير

من المعروف في حالة عطارده أن خط الأوج ر ا أو ر ب المساوي له يتحرك حول ر محركاً معه الأوج ، وأن ح ط يتحرك أيضاً في عكس الاتجاه حتى إذا تلاقيا أصبحت نقطة ط عند الأوج ومن جهة أخرى ، حركة مركز الحامل حول ر = حركة الأوج أو حركة ب حول ر . وهذا المركز

يقع دائماً على الخط ر ب وليكن نقطة م

∴ زاوية ط ر ب = قائمة تقريباً

∴ ط ر ب خط مستقيم حيث نقطة م منتصفه

وفي الثالث ط ر ب :

زاوية ر = ٩٠° ، ط ب معلوم

∴ يمكن معرفة ط ر ومن ذلك نعلم ر م وهو البعد بين مركز الحامل ومركز المعدل

وقد تبين من الحسابات أنه يساوي تقريباً الخط ح ب

(٤) سا : توجب

(٥) سا : غير واضح

(٦) ف : جيب

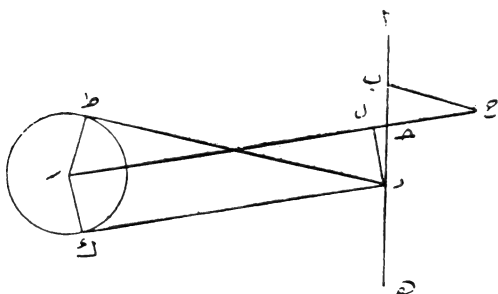
(٧) ب : غير واضح

(٨) ف ، سا : فضل

(٩) ف ، سا : جزء

(١٠) سا : بوتر

مركز مدار الحامل إلى مركز الحامل وهو ح رايكن هذا الخط محركا لمركز الحامل فتكون زاوية أب ح (١) مساوية لزاوية أ ح ر لأن حركتي مركز التدوير ومركز الحامل على الخلف متشابهتان (٢) في السرعة وكل (٣) واحدة (٤) منها تكون (فك) (٥) مما (٦) زاويتان قائمتان (قف) (٧) تبقى (٨) زاوية ح ب ح بعد زاوية أب ح (س) (٩) جزءا ويبقى مجموع زاويتي ح ، ح من مثلث ب ح ح مساويا لـ : (فك) (١٠)



شكل (١٣٣)

ولأن ضاهي ب ح ، ب ح (١١) بالتقريب متساويان (١٢) إذ بان أن الخط الواصل بين مركز مدار مركز الحامل وبين مركز الحامل (١٣) مساو للواصل بين مركز مدار حركة (١٤) الحامل وبين مركز (١٥) المعدل فيكون إذن (١٦) كل واحدة من

-
- | | |
|----------------------|--|
| (٢) ح ، س : متشابهان | (١) ف : أ ح |
| (٤) س : واحد | (٣) س : كل |
| (٧) س : سائة وثمانون | (٥) ف : فك - وف س : مائة وعشرون |
| | (٦) س : مما |
| | (٨) س : فبق |
| | (٩) س : ستين |
| | (١٠) ف : [ر : فك] - وف س : مائة وعشرين |
| | (١١) ف : ر ح ، ح - وف س : أ ح ، ح |
| | (١٢) ف : مساويان |
| | (١٣) [وبين مركز الحامل] : غير موجود في س |
| | (١٤) [مدار مركز الحامل وبين مركز الحامل مساو للواصل بين مركز مدار حركة] : في هاش |
| | ف - وف س : [مدار حركة] غير موجود - وف س : مركز |
| | (١٥) [الحامل مساو للواصل بين مركز الحامل وبين مركز] : في هاش |
| | (١٦) س : إذا |

زاويتي ح ، ح نصف (قك) (١) أعني (س) (٢) مثل زاوية ب فيكون المثلث
متساوي الأضلاع وقد كانت باقية د ح ر (٣) (س) (٤) جزءا
فهى (٥) مثل مقاطعتها (٦) فخط ح ر مستقيم وقد كان علم نسبته إلى ب ح أعني
إلى ح فباقي ح ر معلوم ونخرج من د عمود (٧) دل (٨) على ح ر فيقع داخلا
لأن زاوية د ح ر من مثلث (٩) د ح ر (١٠) حادة وليكن (١١) عمود دل ومثلث
ح دل القائم الزاوية معلوم زاويتين وضلع ح د ف : ح دل (١٢) منه (١٣)
و : دل معلومان وباقي ل ر (١٤) معلوم فيعلم من ذلك (١٥) مثلث دل ر لأنه
معلوم ضلعين وزاوية قائمة فيعلم (١٦) خط د ر و : ر ط نصف قطر التدوير معلوم
وكذلك ر ك وزاويتا ك ، ط (١٧) قائمتان (١٨) فيعلم زاوية ك د ط وخرجت
بالحساب على موافقة الرصد (*).

-
- (١) سا : مائة وعشرين
(٢) سا : ستين
(٣) ف : د ح ل - وى سا : د ح
(٤) سا : وستين
(٥) ح : وى
(٦) ح : مقاطعتها
(٧) سا : عمودا
(٨) سا : غير موجود
(٩) [د ح ر من مثلث] : غير موجود فى سا
(١٠) ف : د ح ر - وى سا : د ح ر
(١١) ح ، سا : فليكن
(١٢) سا : [ف : ح د]
(١٣) سا : غير موجود
(١٤) سا : ان
(١٥) [من ذلك] : غير موجود فى ف
(١٦) سا : ويعلم
(١٧) ف : ل ، ط
(١٨) [وزاويتا ل ، ط قائمتان] : غير موجود فى سا
(*) مقارنة الرصد بالحساب لعطارد :

قارن بطليموس الرصد بالحساب فى حالة عطارد عندما يكون الوسط عند تثليث الأوج (الوسط
هو الزاوية بين الأوج ومركز التدوير بالنسبة لمركز المعدل) . وقد اثبت أن كلا من الحساب والرصد
يعطى فى هذه الحالة :

مجموع فضل التعديل من الجانبين أى الزاوية المقابلة لقطر فلك التدوير عند مركز الإبصار = $45^\circ 47'$ ،
 فليكن فى شكل (١٣٣) $ا ب ح$ د ه الخط المار بالأوج $ا$ ، و مركز مدار مركز الحامل $ب$ ،
 ومركز المعدل $ح$ ، ومركز الإبصار $د$ والحضيض $ه$. ولتكن نقطة $ر$ مركز التدوير عند التثليث ، أى
 أن زاوية $ا ب ر$ = 120° ، $ب ح$ الخط الواصل بين مركز مدار الحامل ومركز الحامل أى الخط
 المحرك لمركز الحامل .

حيث أن حركة مركز التدوير من جهة $ا$ = حركة مركز الحامل من جهة $ا$ ومضافة لها

$$.. \text{ زاوية } ا ب ح = 120^\circ \quad . \text{ زاوية } ب ح ر = 60^\circ$$

لكن $ب ح = ب ح$ تقريباً لأننا وجدنا أن المسافة بين مركز الحامل ومركز مدار الحامل
 تساوى المسافة بين مركز مدار الحامل ومركز المعدل .

$$. \text{ زاوية } ب ح ر = \text{ زاوية } ب ح د = 60^\circ$$

$$\text{لكن زاوية } د ب ر = 180^\circ - 120^\circ = 60^\circ$$

$$. \text{ } ب ح د \text{ على استقامة } د ب$$

$$\text{لكن النسبة } \frac{ب ح}{ب د} = \frac{ر ح}{ر د} = \text{ معلومة}$$

$$. \text{ } ب ح د \text{ يصبح معلوماً}$$

$$\text{والآن نسط } د ل \text{ عموداً على } ب د$$

$$. \text{ فى المثلث } د ب ل :$$

$$\text{زاوية } ل قائمة ، ب د معلوم ، باقى الزوايا معلومة}$$

$$. \text{ يمكن معرفة } ب ل ، د ل$$

$$. \text{ المستقيم } ل ر \text{ يصبح معلوماً}$$

$$\text{وفى المثلث } د ل ر :$$

$$\text{الضلعان } د ل ، ل ر \text{ معلومان ، زاوية } ل قائمة}$$

$$. \text{ در يصبح معلوماً}$$

$$\text{وفى المثلثين } د ر ط ، د ر ل \text{ القائمة الزاوية :}$$

$$ر ط ، د ر ، ر ل ، در كلها معلومة}$$

$$. \text{ نعم الزاويتين } ط د ر ، ل د ر$$

$$. \text{ مجموعهما } ط د ر + ل د ر = ل د ط = \text{ معلوم}$$

$$\text{وقد خرجت قيمتها بالحساب مساوية لرد}$$

فصل

في تصحيح حركات عطارد الدورية (١)

ثم بين بعد ذلك (٢) كيف صحح الحركات الدورية فأما الوسط فهو مساو لوسط الشمس وأما الاختلاف فيبينه في كل واحد منها برصد معلوم التاريخ معلوم فيه وسط الشمس ووسط (٣) الكوكب ومعلوم بالرصد (٤) تعديله أما عطارد فرصده (٥) بالقياس إلى قلب الأسد (٦) وإلى القمر أيضا بأن كان متخلفا (٧) عنه بقريب (٨) من جزء واحد وسدس جزء (٩) فكان وسطه في الثور (ك ب لد) (١٠) ومكانه المعدل ببعد المسائي في الجوزاء (ير ل) وإذا (١١) علم هذا فيسهل (١٢) أن يعرف مكانه في الاختلاف (١٣) فلنكن زاويتا أ ح ر، أ ب ح منفرجتين لأن بعد وسط مركز التدوير كان فوق ربع دائرة من الأوج وراويتا أ ب ح (١٤)، أ ح ر تكونان (١٥) متساويتين (١٦) ونصل (١٧) ر ح، ح ح (١٨) وعلى (١٩)

(١) [فصل في تصحيح حركات عطارد الدورية] : غير موجود في سا ، د

(٢) سا ، د : ذلك أنه

(٣) سا : بوسط - وفي د : فوسط

(٤) د : غير واضح

(٥) د : فرصد

(٦) سا ، د : المقرب - وفي ب : [الأسد] وبين السطرين [المقرب]

(٧) سا ، د : مختلفا

(٨) د : تقريب

(٩) [واحد وسدس جزء] : غير موجود في سا ، د

(١٠) ف : لب لد - وفي د : ك ب لد

(١١) د : فإذا

(١٢) ف : فيسهل

(١٣) [ببعد المسائي في الجوزاء (ير ل) وإذا علم هذا فيسهل أن يعرف مكانه في الاختلاف] :

غير موجود في سا

(١٤) د : ا ب ح

(١٥) سا : يكونان - وفي د : تكون

(١٦) د : متساويتين

(١٧) سا : وفصل

(١٨) [ح ح] : غير موجود في سا ، د

(١٩) سا ، د : وعليه

ح ر (١) من ح عمود ح م ومن د عمود د ن وليكن (٢) ل موضع الكوكب
ونصل (٣) د ل ، ر ل (٤) ونخرج د ر ، ح ر إلى ط ، ك على استقامة
خطى د ر ، ح ر ويكون ط الأوج الثابت الذى لا يتغير و : ك الذى بالرؤية
ويتغير ويخرج عمود ر س فلأن وسط الشمس معلوم فزاوية أ ح ر معلومة
وكذلك (٥) أ ب ح (٦) وباقية ح ب ح معلومة (٧) ولأن ب ح ، ب ح
متساويان (٨) فزاويتا ح ، ح معلومتان فالثلث معلوم نسبة (٩) الأضلاع ولأن
زاوية ب ح ح (١٠) معلومة وزاوية ب ح م معلومة لأنها مقاطعة باقية ر ح د تبقى زاوية
ح ح م معلومة وزاوية م قائمة و : ح م معلوم فإذا (١١) مثلث ح م معلوم (١٢) نسب (١٣)
أضلاعه وزواياه ويخرج (١٤) م ح (١٥) بالحساب (١٦) (أنج) (١٧) بالأجزاء
التي بها ح ر ستون جزءا (١٨) و : ح ح (ب م) (١٩) و : ح م (٢٠) نج (٢١)

-
- (١) م : د : غير موجود
(٢) م : د : ولكن
(٣) م : د : فنصل
(٤) م : د : د ل ، ر ل
(٥) د : فنكذلك
(٦) م : د : أ ب ح
(٧) في د بعد ذلك : فلذلك أ ب ح وباقية ح ب ح معلومة
(٨) م : متساويتان
(٩) م : د : ونسبة
(١٠) د : ح م ح
(١١) م : فإذا
(١٢) [فإذا مثلث ح م م معلوم] : مكرر في د
(١٣) م : د : ونسبة
(١٤) م : د : ونخرج
(١٥) م : د : ح م ح
(١٦) م : د : غير موجود
(١٧) م : د : ح م ح - ف : أ ب ح - وفي د ن أ ب ح
(١٨) م : د : غير موجود
(١٩) [و : ح م ح (ب م)] : في حاشي - وفي ف : غير موجود - وفي م :
[و : ح م ح (د يا)]
(٢٠) د : [و : ح م ح]
(٢١) ف : ح م ح - وفي م : د : ثمان وخمسون

دقيقة فيكون م ر قريبا من مساواة ح ر (١) لأن قاعدة ح م (٢) قريب من
(نح) (٣) دقيقة وزاويتان ، د حر (٤) معلومتان و : ح د معلوم ف : جن (٥) معلوم (٦)
و : ن د معلوم ف : رن (٧) من بعد (٨) م ر (٩) معلوم (١٠) فوتر (١١)
رد معلوم وزاوية (١٢) ر د س (١٣) بالرصد معلومة (١٤) و : س قائمة فمثلث ر د س
معلوم و : ل ر س معلوم من ضلعين وقائمة وجميع زاوية ل ر د تنقص زاوية د ر ن
تبقى زاوية ن ر ل (١٥) معلومة وخارجة ل ر ك مع مقاطعة ل ر ط معلومتان (١٦) فقوس
ط ل معلومة (١٧) وخرج (١٨) بالحساب (وسط ك ر) ثم استعمل الرصد (١٨) آخر

(١) سا ، ا ح ر (٢) ف ، د ، د : ح ر

(٣) ف : ب ح - وف : سا ، د : ثمان وخسون

(٤) ف ، سا ، ن : ن ، د - وف : د : ن ، ن ح د

(٥) د : [ف : ح ر]

(٦) سا ، د : غير موجود

(٧) سا : [و : ر ن]

(٨) سا ، د : مربد (٩) سا : من ح

(١٠) د : غير موجود

(١١) د : فوتر

(١٢) ف : وزاويتا

(١٣) سا : ن د س

(١٤) سا : معلوم

(١٥) سا : ب ر ل

(١٦) سا : معلومان (١٧) سا : معلوم

(١٨) ف : رصد - وف : سا : وصدا ا

(٥) تصحيح موقع عطارد من الأوج المرفق المتغير إلى الأوج الثابت :

في شكل (١٣٤) نفرض المستقيم ا ب ح د خط المراكز حيث نقطة ب مركز مدار مركز الحامل
ونقطة ح مركز المدل ، ونقطة د مركز الإبصار ، ولتكن ح مركز الحامل ، د مركز التدوير حيث
الكوكب عند ل .

نصل ح ر ونمده ليقابل التدوير في نقطة ط . ∴ ط الأوج الثابت

ونصل د ر ليقابل التدوير في نقطة ل . ∴ ل الأوج المرفق المتغير

المفروض أننا رصدنا زاوية ل د ر أي حرفنا القوس ل ل

والمطلوب إيجاد القوس ل ل ط

نصل ب ح ، ح د ، د ر ، ر ح ونزل المودين ح م ، د ن على ح ر والمود د س

مل د ل

بما أننا نعرف الزاوية التي سارها مركز التدوير ر = ا ح ر وهي تساوي وتضاد الزاوية التي

سارها مركز الحامل $C = A B C$

$$\therefore A = R = C$$

$$\therefore C = C = 180 - A = \text{معلومة}$$

لكن $B = C$ لأن المسافة بين مركز الحامل ومركز مداره تساوى المسافة بين مركز مداره ومركز المدل .

\therefore زاويتا $C = C$ ، $C = C$ معلومتان

من ذلك يمكن معرفة نسب أضلاع المثلث $C = C$

ومن جهة أخرى نحن نعلم زاوية $A = R$

$$\therefore D = R = 180 - A = \text{معلومة}$$

ولكن زاوية $D = R$ تقابل زاوية $C = M$ بالرأس

$$\therefore C = M = D = R \text{ معلومة}$$

\therefore زاوية $C = M = C = C - C = C$ تصبح معلومة

وفي المثلث $C = M$

زاوية $C = M$ معلومة ، زاوية $M = 90^\circ$ ، $C = M$ معلوم

\therefore المثلث يصبح معلوماً ومن ذلك نعرف قيمة $M = C$ ، $C = M$

وفي المثلث $C = D$:

زاوية $D = 90^\circ$ ، $C = D$ معلوم

\therefore نعلم $C = D$ ، D وبذلك يصبح $R = D$ معلوماً

وفي المثلث $R = D$:

زاوية $D = 90^\circ$ ، والضلعان $D = R$ ، $R = D$ معلومان

\therefore يمكن معرفة الضلع $R = D$

وفي المثلث $R = D$:

زاوية $S = 90^\circ$ ، والضلع $R = D$ معلوم ، وزاوية $R = D$ معلومة بالرصد

\therefore نستطيع إيجاد الضلع $R = S$ ، والزاوية $S = R = D$

وفي المثلث $L = R = S$:

زاوية $S = 90^\circ$ ، والضلعان $R = S$ ، $L = R$ معلومان

\therefore يمكن معرفة زاوية $L = R = S$

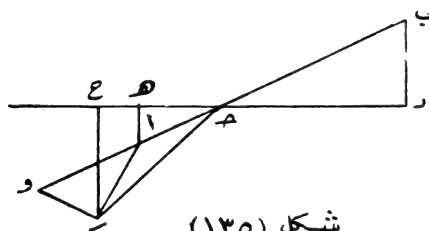
\therefore زاوية $L = R = D = S + R = D$ تصبح معلومة

\therefore زاوية $N = L = R = D = D = R = N$ معلومة

وبذلك زاوية $L = R = N = 180 - N = L$ تصبح معروفة

أى أن القوس L يمكن إيجادها .

إلى الشمال والمشرق (١) من خط ب أعلى نقطة (٢) ونخرج عمود ر و وهو (٣) بعده (٤) من الخط بمقدار قطر القمر ونصل أ ر وهو بعده عن الشمال (٥) إلى الشمال فضعف ر و (٦) وكل ذلك معلوم ونصل ح ر فيعلم على قياس ما مضى لك مثلي ب ح د ، أ ح ه وزواياها (٧) ولأن ضلعي أ ر ، ر و (٨) من مثلث أ ر و معلومان (٩) فالمثلث معلوم فجميع ح و (١٠) معلوم وزاوية و (١١) قائمة فمثلث و ح ر معلوم فجميع



زاوية ح (١٢) معلومة (١٣) فإذا أخرجنا عمود د ح كان مثلث د ح معلوم زاوية ح زاوية ح القائمة و د (١٤) المعلومة (١٥) ومعلوم (١٦) ضلع (١٧) د ح فصار معلوما فعلم د ح (١٨) وهو طول

- (١) سا : والمفتوح
(٢) سا : ر ح
(٣) د : فهو
(٤) د : بمدها
(٥) سا : الشال
(٦) سا : ر
(٧) سا : وزواياها
(٨) ف : ا ر : ا و
(٩) سا : معلوم
(١٠) سا : ح ر
(١١) ف : م
(١٢) ف : ح
(١٣) [فجميع زاوية ح معلومة] : غير موجود في سا
(١٤) ف : [و ح] - وفي سا : [و ح و]
(١٥) [و ح المعلومة] : في هامش ب - وفي ف ، سا : [المعلومة] غير موجود
(١٦) سا : معلوم
(١٧) ب : و ضلع
(١٨) ف : ح و - وفي هامش ب : فعل م - وفي سا : ح فعل م

عطارد (١) و : رح وهو عرضها (*) فبمثل هذا اعتبر بطليموس حكم هذا الرصد

(١) ب ، ف ، سا : الزهرة

(*) يمين طول و عرض عطارد :

عين بطليموس إحداثيات عطارد عن طريق رصده بالنسبة لنجمين كما فعل في حالة كوكب الزهرة وقد اختار هنا رصداً منسوباً إلى نجمين في كوكبة العقرب معلومي الإحداثيات ، أحدهما شمال والآخر جنوبي وقد رصد بعد عطارد عن الخط الواصل بين النجمين فوجده حينئذ مساوياً نصف قطر القمر كما رصد بعده عن النجم التالي فوجده ضعف قطر القمر ومن ذلك أمكنه يمين إحداثيات عطارد بالطريقة الآتية :

في شكل (١٣٥) نفرض نقطة ا نجم الشمال ونقطة ب الجنوبي ، وليكن عطارد عند نقطة ز ، فيكون ص ب الأرصاء ا ز = ضعف قطر القمر ، و العمودى من ر على ا ب = قطر القمر ولنفرض أن د يمثل دائرة البروج ونسقط عليه الأعمدة ا ه ، ر ح ، ب د في المثلثين ب د ح ، ا ه ا ب :

زاوية د = زاوية ه = ٩٠° ، زاوية ب د ه = زاوية ا ب ز

∴ المثلثان متشابهان وينتج أن $\frac{د ب}{د ه} = \frac{ب ا}{ا ه}$

∴ $\frac{د ب + د ه}{د ه} = \frac{ا ب + ا ه}{ا ه}$

لكن ب د + د ه = مجموع عرضي النجمين = معلوم

، ا ه = عرض النجم الشمالى ا = معلوم

، د ه + ا ه = الفرق بين طول النجمين = معلوم

∴ يمكن معرفة د ه ومنه نعرف د ه

وما دنا قد عرفنا أضلاع المثلثين فقد أمكن معرفة الزوايا

∴ يصبح لدينا معلوما زاوية د ه ا وضلعى ب د ه ، ا ه ا

وفي المثلث ا ب ز :

∴ زاوية و = ٩٠° ، والضلعان ا ز ، ر و معلومان

∴ يمكن معرفة الضلع ا و

∴ د ه + ا ه + ا و يصبح معلوما

وفي المثلث د ر و

زاوية و = ٩٠° ، والضلعان د و ، ر و معلومان

∴ نعرف من ذلك الضلع د ر والزوايا د ر و

∴ زاوية ح ر د = ا ه + ا ب + ر و تصبح معلومة

وفي المثلث د ح ر

زاوية ح = ٩٠° ، زاوية ح ر د ر معلومة والضلع د ر معلوم

∴ يمكن معرفة ح ر وهو عرض الكوكب عطارد

وكذلك نعرف ح ا الذى منه يخرج طول عطارد

يعرف (١٠) من مجموع زاويتي ح المعلومتين و : م القائمة وخط ح م (١١) مثلث ح م ثم يعرف (١٢) مثلث ح م من ضلعين وزاوية م (١٣) فيعرف م م فيكون (١٤) خط (١٥) ح م بالحساب (سائر) (١٦) ونعرف أيضا مثلث د ح ن

017

من زاوية د ح ن المقاطعة لزاوية م ح ب المعلومة وقائمة ن (١) وضلع ح د فيعلم (٢) مثلث در ن ويعرف د د (٣) الموتر من مثلث ر ن د (٤) ويعرف باقية أ د وقد عرفت أ د ل بالرصد فيعرف (٥) ر د ل ويعرف مثلث در س من معرفة زاويتي د ، س القائمة فيه (٦) وضلع ر د الذي علمت من مثلث ر د ن ويعرف مثلث س ر ل (٧) من ضلعي ر س ، ر ل وقائمة س فيعرف (٨) ك ل وهو البعد من الخضيض الثابت فيعرف زاوية ر ل س (٩) وتعلم خارجة ط ر ل وقد (١٠) ثبت منها ط ر ك (١١) المعلوم (١٢) يبقى ك ر ل معلومة (١٣) فيعلم ك ل (١٤) وخرج ك ل بالحساب (د لب) (١٥) جزءا و (ل د) (١٦) دقيقة (*) .

(١) [وقائمة ن] : غير موجود في سا

(٢) سا : نعلم

(٣) [ويعرف د د] : غير موجود في سا

(٤) سا : ر د

(٥) سا : غير موجود

(٦) سا : فيها

(٧) سا : س ر ل - وف : ر س ل

(٨) سا : فيعلم

(٩) ف : ر ل س

(١٠) ف : وب د

(١١) ف : ط ر ل م ، وبالجملة [ط ر ل وقد ثبت منها ط ر ل م] في الهامش -

[وقد ثبت منها ط ر ل] : في هامش ه وغير موجود في سا

(١٢) سا : المعلومة

(١٣) سا : غير موجود

(١٤) في هامش ه : وهو البعد من الخضيض الثابت

(١٥) ف : د ب - وف : سا : لب

(١٦) سا : [و (م د)]

(•) تصحيح موقع عطارد :

نفس البرهان المذكور مع شكل (١٣٤) سوى أنه اعتبر زاويتي ا ح ر ، ا ب ح المتساويتين حادتين بدلا من منفرجتين (شكل ١٣٦)

فصل

في تصحيح حركات الزهرة الدورية (١)

وأما (٢) الزهرة فقد صحح أيضاً حركاتها الدورية بمثل ذلك فإنه اعتبر رصدتين
رصدًا قديمًا ورصدًا لنفسه فأما (٣) رصده فقد اعتبر حاصل (٤) الزهرة في بعد صباحي
مرصود بالقياس إلى الأعزل فوجده في العقرب (ول) واعتبره أيضاً بالقياس إلى
الكوكب الذي في جهة (٥) العقرب وبالقياس إلى القمر وكان موضع الشمس بالمعدل من
القوس (كح هـ) (٦) وبالوسط (كب ط) فلما عرف هذا استخرج منها مكان الزهرة
في الاختلاف بشكل فقال (٧) ليكن أ هـ ذلك الخط بعينه و: ب مركز المعدل و : ح
مركز الحامل و : د مركز البروج (٨) وليكن الكوكب على ك (٩) ولنجز (١٠)
على ر : درج ؛ ب ر ط (١١) فيكون ط الأوج الثابت و : ح الأوج المرنى الذي يتغير
ولنصل د ك وعمود ر ن وعمودى حل ، دم على ب ر (١٢) وقصدنا هو قوس
ط ك وزاوية هـ ب ر معلومة لأنها بعد الوسط عن الحضيض (١٣) المرنى يصير
مثلث ب حل (١٤) معلوماً (١٥) ومثلث ل ح ر معلوماً من ضلع ج ل وضلع ج ر
وقائمة ل (١٦) ونخرج (١٧) خط ر ل في الحساب مساو (١٨) بالتقريب ل : ح ر (١٩)

(١) [فصل في تصحيح حركات الزهرة الدورية] : غير موجود في سا ، د

(٢) سا : أما

(٣) سا : وأما

(٤) سا : حامل

(٥) سا : جهة

(٦) سا : غير موجود

(٨) [و : د مركز البروج] : غير موجود في سا

(٩) ف : ا ل

(١٠) سا : ونخرج .

(١١) (ف : ر د ، ر ح ط ، ر ط - وفى سا : ر د ، ر ح ط ر ط

(١٢) ف : ر د .

(١٣) سا : المرنى .

(١٤) سا : ح ط ل .

(١٥) سا : غير موجود .

(١٦) سا : [وزاوية ل القائمة] بدلا من [وقائمة ل] .

(١٧) سا : ونخرج .

(١٨) ف : مساوية - وفى سا : مساويا .

(١٩) ف : [ل : ح ط] - وفى سا : [ل : ح ط ح ر]

وبقيت (١) خارجة ك ر ح معلومة ينقص منها مقاطعة ط ر ح المعلومة (٢) تبقى ك ر ط معلومة (٣) وهي التي للأوج الثابت ويبقى (٤) قوس ط ح ك (٥) معلومة (*)

(١) سا : وتبقى

(٢) سا : معلوما

(٣) [تبقى ك ر ط معلومة] : غير موجود في سا

(٤) ب : فبقي - وفي سا : فبقي

(٥) ف : ط ح ك - وفي سا : ط ح م ك

(٥) تصحيح موقع الزهرة من الأوج المتغير إلى الأوج الثابت :

في شكل (١٣٧) نفرض المستقيم ا ه خط المراكز حيث نقطة ا الأوج - ب مركز المعدل ، نقطة ح مركز الحامل ، د مركز الإبصار (مركز البروج) . ولتكن نقطة ل موقع الزهرة على ذلك التدوير الذي مركزه نقطة ر ، نصل ب ر ونعده ليقابل محيط التدوير في نقطة ط فتكون هي الأوج الثابت . ونصل د ر ونعده ليقابل المحيط في ح فتكون الأوج المرئي المتغير .

المطلوب تعيين القوس ك ل ط بعد الزهرة عن الأوج الثابت .

نسقط العمودين ح ل ، د م على ب ر والعمود ر ن على د ل

المعلوم لدينا زاوية ح د ب = ر بعد الوسيط عن الخضيض ، وكذلك البعد ب ح = د .

والمسافة ح ر بين مركز الحامل ومركز التدوير ، وزاوية ح ب ل

في المثلث ب ح ل

زاوية ل = ٩٠° ، ب ح معلوم ، زاوية ب معلومة

∴ يمكن معرفة ح ل ، ب ل

وفي المثلث ل ح ر :

زاوية ل = ٩٠° ، ل ح معلوم ، ح ر معلوم

∴ من ذلك نعلم قيمة ر ل

∴ ب ح = ح د في المثلث ب ح د ، ح ل يوازي د م لأنها عمودان على ب م

∴ ب ل = ل م

∴ يمكن معرفة ر م = ر ل - ل م

ومن ذلك أيضاً نعلم م د لأنه يساوي ٢ ل ح

وفي المثلث ر د م :

زاوية م = ٩٠° ، والضلعان م د ، ر م معلومان

∴ نستطيع تعيين الضلع د ر والزاوية ر د م

∴ نوجد الزاوية ر د ح = ١٨٠ - (ر د م + ب د م)

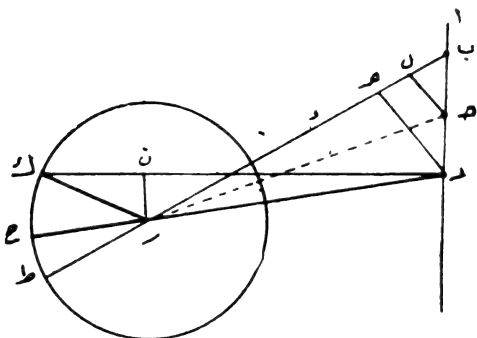
∴ زاوية ر د ل = ر د ح - ب ح ل تصحيح معلومة

وفي مثلث ر د ن :

زاوية ن = ٩٠° ، الضلع د ر معلوم ، زاوية ر د ن معلومة

∴ نعرف زاوية د ر ن وضلع ر ن

وخرجت (١) بالحساب ٢٣٥ جزءا و ٣٢ دقيقة (٢) وأما الرصد الآخر فرصد قديم لبعد صباحي قد رصدت (٣) فيه الزهرة وكانت (٤) مستحوذة على الكوكب الذي على طرف جناح السنبلة الجنوبي وعرف (٥) موضع (٦) الكوكب لذلك التاريخ فكان مكانها في السنبلة



شكل (١٣٨)

(د ي) (٧) ووسط الشمس في الميزان (ك نط) (٨) وقد جاوز (٩) بعدها (١٠)

وفي مثلك $\angle ر ن$:

زاوية $\angle ن = ٩٠$ ، الضلعان $ر ن$ ، $ر ل$ معلومان

∴ نعلم زاوية $\angle ر ن$

∴ زاوية $\angle ر د = \angle ر ن + د ر ن$ تصبح معلومة

ومن ذلك نعرف زاوية $\angle ر ع = ١٨٠ - \angle ر د$

لكن زاوية $\angle ر ط = ر م = ر د$ معلومة

∴ زاوية $\angle ر ط$ تصير معلومة

وبذلك يمكن تصحيح موقع الزهرة $\angle ل$ بالنسبة إلى $ط$ الأوج الثابت

(١) سا : وخرج

(٢) سا : [دل لب] بدلا من [٢٣٥ جزءا ، ٣٢ دقيقة]

(٣) سا : رصد

(٤) سا : فكانت

(٥) سا : عرف

(٦) سا : فغير موجود

(٧) سا : مح دي

(٨) ف : $\angle ر ن ط - و ن$ سا : $\angle ل$ يط

(٩) سا : [كان ط و ر] بدلا من [جاوز]

(١٠) سا : بعده

الصباحي إذ كان رصد قبل هذا الرصد بأربعة أيام فكان (١) هذا الكوكب وجد (٢) بحيث إذا قيس بوسط الشمس فكان (٣) بعده (مب لـ) (٤) وهو (٥) يستخرج مكان الكوكب من أوج التدوير من هذا الرصد بشكل مثل الذي للرصد الأول إلا أن قطر الخارج لا يقطع التدوير والتدوير متقدم على حضيض الحامل فلأن زاوية هـ ب ر فمثلث بـ حـ ل معلوم وأيضا (٦) بـ دـ مـ ، حـ رـ لـ ، دـ رـ مـ (٧) وأيضا د ر ن ، ر ك ن (٨) ويعلم جميع زاوية ك ر د (٩) وخارجه ك ر ط فنضيف (١٠) إليها مقاطعة ط ر ح (١١) لزاوية ب ر د (١٢) المعلومة يبقى زاوية ح ر ك (١٣) معلومة فقطعة ح ك الكبرى معلومة (**) وهي بالحساب (١٤) ٢٤٣ (١٥) جزء و ٧ (١٦) دقائق ثم قيد (١٧) الحاصل للكوكبي (١٨) الزهرة وعطارد بأن نظر زمان ما بين مبدأ (١٩) التاريخ وأقرب الرصدين إليه فنظر من ذلك التاريخ فخرج أما لعطارد فبعده من أوج التدوير (كا) جزء و (نه) دقيقة (٢٠) وأما الزهرة فبعدها (٢١) من أوج التدوير (عا) جزء و (ر) دقائق (٢٢) .

-
- (١) سا : مكان
(٢) سا : فوجد
(٣) سا : يكون
(٤) سا : مت ط د - وف ف : : مب يح
(٥) سا : فهو
(٦) في هاشم ب : وأيضا ر ه د ، م د ر ، د ر ن ويعلم
(٧) ف : ب د م ، ح د ل
(٨) سا : [وأيضا ب ح ، و م ، د ه د ، و ن ، ل ر ن] بدلا من [ح ر ل ، د ر م وأيضا د ر ن ، ر ل ن]
(٩) سا : ل ر ح
(١٠) سا : تضيف
(١١) سا : غير موجود
(١٢) سا : م ر د : ط ر ح
(١٣) سا : ح ر ل
(١٤) تصحيح موقع الزهرة :
نفس ماناقشه في شكل (١٣٧) مع اعتبار وضع آخر من أوضاع فلك التدوير (شكل ١٣٨)
(١٤) ف : الحساب - وف سا : غير موجود
(١٥) ف : ٢٥٢ - وف سا : ر ن يب
(١٦) سا : وسبع
(١٧) ف : قبل
(١٨) ف : الكوكبي
(١٩) سا : مبدأ
(٢٠) سا : [كار] بدلا من [كا) جزءا ، (نه) دقيقة]
(٢١) سا : فبعده
(٢٢) سا : [عار] بدلا من [عا) جزءا ، (ر) دقيقة]

فصل

فيما (١) يحتاج إلى تقديمه في تبين أمر سائر الكواكب (٢)

وأما الكواكب العلوية فلم يكن سبيل تعرف حركاتها (٣) سبيل الزهرة وعطارد إذ (٤) كانت قد تبعد عن الشمس كل أنحاء (٥) البعد ولكن استعمل في تعرفها (٦) مقابلات لأن الكوكب لمسير الشمس الوسط وسماها أطراف الليل وإنما اختار المقابلات لأن الكوكب في المقابلات والمقارنات مع وسط الشمس يكون على الخط المار بأوج التدوير وحضيضه فيفرد (٧) الاختلاف الذي يكون بالقياس إلى فلك البروج أعني الذي جعل بسبب الخروج (٨) وفي المقارنات لا ترى فاختر المقابلات (٩) وأما بيان الكوكب إذا كان على الأوج والحضيض من التدوير كانت (١٠) المقارنة والمقابلة واتصل الخط المار به وبوسط الشمس خطا واحدا فذلك قد بان بشكل ليكون مركز المعدل ومركز الحامل (١١) د و مركز البروج هـ (١٢) وليس (١٣) فلك التدوير والشمس من ا الأوج والكوكب من ط وهو الأوج المرئي كان بحسب مركز (١٤) البروج أيضا لا محالة وليس (١٥) إلى ك ثم إلى ح وهو الأوج المرئي الآن فأقول إنه يكون مقارنا للشمس لأن زاوية أ ر ب (١٦) وزاوية ط ب ح التي

(١) ف : في ما

(٢) [فصل فيما يحتاج إلى تقديمه في تبين أمر سائر الكواكب] : غير موجود في سا ، د

(٣) ف : تحركاتها

(٤) سا : إذا

(٥) سا : أنحاء

(٦) سا : تعرفها

(٧) سا : فينفرد

(٨) سا : البروج

(٩) [وفي المقارنات لا ترى فاختر المقابلات] : غير موجود في سا

(١٠) سا : كان

(١١) سا : [و : د مركز الحامل] بدلا من [ومركز الحامل د]

(١٢) سا : [و : هـ مركز البروج] بدلا من [ومركز البروج هـ]

(١٣) سا : ويسير

(١٤) سا : بين السطرين

(١٥) سا : ويسير

(١٦) ف : ا د ب

إلى (١) الكاف التي هي باقى قائمتين (٢) عن ط ب ح (٣) بل التي هي عدة زوايا مساوية لمسير الشمس ولنصف إليها ط ب ح السغرى حتى يتم دورة وينقص بإزائها من أ ر ب زاوية ر ب ه المساوية ل : ط ب ح (٤) يبقى أ ه ب ف : أ ه ب ودورة (٥) مثل أ ر ب وزوايا ط ب ح التي هي (٦) إلى ك (٧) ف : أ ه ب ودورة (٨) من فلك البروج مسير الشمس بالوسط فإذا كانت الشمس سارت أ ه ب بالوسط ودورة (٩) كان وسطها بحيث يجب أن تكون مقارنا للكوكب (١٠) واقعا على الخط الذى يجوز على الكوكب والشمس إذا أخذت (١١) الأمرين بالوسط ولم يفرق (١٢) بين الزاوية التي للتنقيص والوسط (١٣) وبين الأوج (١٤) الثابت والمرئى (١٥) وأيضا ليكن انكوكب سارنى فلك تدويره زاوية (١٦) ط ب ك والمركز زاوية (١٧) ا ر ب ويزيد على الاختلاف ل ب ك (١٨) وينقصها (١٩) من مسير (٢٠) المركز فيكون الكوكب سار فى الاختلاف

(١) سا : التي

(٢) سا : على

(٣) سا : ط ب ح

(٤) سا : [ل : ط ب]

(٥) سا : [و : د و ، ر ه]

(٦) سا : غير موجود

(٧) سا : ا ك

(٨) سا : [و : د و ، ر ه]

(٩) سا : [و : د و ، ر ه]

(١٠) سا : للكواكب

(١١) سا : حدث

(١٢) سا : يفتقر

(١٣) سا : وبين الوسط

(١٤) سا : [والأوج] بدلا من [وبين الأوج]

(١٥) ف : هنا خلط فى المخطوط حيث يوجد هذا الجزء متأثرا عن مكانه الطبيعى بحوالى

عشر صفحات

(١٦) [فى فلك تدويره زاوية] : غير موجود فى سا

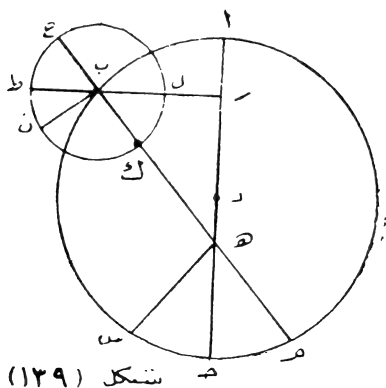
(١٧) سا : غير موجود

(١٨) ف : ل ر ا ك

(١٩) سا : وينقصه

(٢٠) ف : مكان

نصف دائرة ك ط ن وسار المركز (١) زاوية ا ه ب (٢) أعني مقاطعها (٣) ح ه م (٤)
 فيكون على ذلك (٥) الخط فتكن على المقابلة أيضا وأيضا (٦) فإنه إذا لم يكن وسط
 الشمس على هذا الخط فإنه يكون (٧) دائما على خط خارج مركز البروج مواز
 للخط الخارج من مركز التدوير الذي عليه الكوكب وليكن الخط الذي عليه
 الشمس ه س ومعلوم أن زاوية ا ه س مساوية لزاويتي ا ر ب التي لمركز التدوير
 و : ط ب ن (٨) التي للكوكب وهو (٩) على ن أعني ن ه ح ، ح ب ن (١٠)
 لأن ط ب ح (١١) مثل ر ب ه ولما كان جميع زاوية ا ه س مثل زاويتي ا ه ب ،
 ح ب ن (١٢) يذهب ا ه ب المشترك يبقى س ه ح (١٣) مثل ح ب ن (١٤)



(٢) سا : ا ه ح

(١) سا : مركز

(٣) سا : مقاطعها

(٤) سا : ح م ه

(٥) سا : هذا

(٦) ف : في الهاش

(٧) ف : تكون

(٨) ف : [و : ط ر ن] - وفي سا : وزاوية ط ب ر

(٩) سا : وهي

(١٠) ف : [ن ه ح ، ح ر ن] - وفي سا : [ل ا ، ح ح ب ن]

(١١) سا : ط ب ن

(١٢) ف : [ا ه ب ، ح ر ن] - وفي سا : [ا ه ب ، ط ب ن]

(١٣) سا : س ه ح

(١٤) سا : ح ب ر

فيكون خط $هـ س$ موازيا لخط $ب ن$ وأنت يمكنك أن تعكس الشكلين وتعرف منهما أن الشمس إذا كانت قد توجد بالرص: مقارنة أو مقابلة بحسب الحالين أنه يجب أن يكون مسير $هـ ا$ الوسط مساويا لوسط الكوكب واختلافه(*) .

(٥) نظرية ٤١ :

في الكواكب العلوية عندما يكون الكوكب عند الأوج المرئي يصبح مقارنا للشمس

البرهان :

في شكل (١٣٩) نفرض أن نقطة $ر$ مركز المدل ، نقطة $د$ مركز الحامل ، $هـ$ مركز البروج ونمكن مركز التدوير عند نقطة $ب$.

نصل $هـ ب$ ونمده ليقابل محيط التدوير في نقطة $ع$ الأوج المرئي في ذلك الوضع ، ونصل $ر ب$ ونمده ليقابل المحيط في $ط$ فيكون الأوج الذي بدأت من عنده حركة الكوكب .

نفرض أن الكوكب في هذا الوضع عند الأوج $(ع)$ أي أنه سار من $ط$ إلى $ل$ إلى $ح$ ، فقطع زاوية

$ط ب ح$ الكبرى

المطلوب إثبات أن الشمس تكون حينئذ واقعة على الخط $هـ ع$ أي مقارنة للكوكب .

من المعروف أن مسير الشمس الوسط = زاوية $ر ب ط + ط ب ح$ الكبرى

لكن زاوية $ر ب ط = ر ب د + د ب ط + ط ب ح$ الصغرى

∴ مسير الشمس الوسط = $ر ب د + د ب ط + ط ب ح$ + دورة كاملة

∴ الشمس تقع على الخط $هـ ب$ وهو المطلوب

نظرية ٤٢ :

عندما يكون الكوكب عند الحضيض يصبح مقابلا للشمس

البرهان :

في نفس الشكل السابق نفرض أن $ر ب$ يقطع التدوير في نقطة $ل$ ، ونمده $هـ$ ليقطع الحامل في

نقطة $م$ ، ولنفرض أن $هـ ب$ يقطع التدوير في الحضيض $ل$.

إذا كان الكوكب عند نقطة $ل$ يكون قد سار زاوية $ط ب ل$

مسير الشمس الوسط = $ر ب ل + ل ب ط$

لكن زاوية $ر ب ل = ر ب د + د ب ل + ل ب ط$

∴ مسير الشمس للوسط = $ر ب د + د ب ل + ل ب ط$ + نصف دورة

∴ الشمس تقع على الخط $هـ م$ أي مقابلة للكوكب

نظرية ٤٣ :

الخط الواصل من مركز التدوير إلى الكوكب يوازي الخط الواصل من مركز البروج إلى الشمس

البرهان :

في نفس شكل (١٣٩) نفرض أن الكوكب عند نقطة $ن$

∴ الشمس تقع على الخط $هـ س$ بحيث يكون $ب ن$ يوازي $هـ س$

لأن زاوية $ر ب هـ س$ التي سارها الشمس = $ر ب ط + ط ب ن$

فصل

في تبين الخروج عن المركز
في الكواكب (١) الثلاثة وبعدها الأبعد (٢)

ثم إن بطليموس بن مقدار اختلاف الكوكب ووسطه من ثلاثة مقاطعات
مرصودة يسميها أطراف الذبل مشبهة بثلاثة (٣) كسوفات أوردتها للقمر أما للمريخ
فالرصد الأول كان وهو في (٤) الجوزاء (كاح) (٥) والثاني في (٦) الأسد (كح
ن) والمدة بينهما أربع سنين مصرية وتسعة (٧) وستون يوما وعشرون ساعة استوائية
والثالث كان وهو في القوس (ب لد) (٨) والمدة بين (٩) الثاني والثالث هي أربع
سنين وستة وتسعون يوما وساعة واحدة (١٠) وقوس الفضل الوسطى بين (١١)
الأولى والثانية (غامد) (١٢) وبين الثانية والثالثة (صه كح) (١٣) وقوس الفضل
بحسب الرؤية بين الأولى والثانية (س ر ن) وبين الثانية والثالثة (صه مد) (١٤) وأما

$$= ا د ب + ر ب + ط ب ن$$

$$= ا د ب + ح ب ط + ط ب ن$$

$$= ا د ب + ح ب ن$$

$$\text{نكن زاوية ا ه س} = ا ه ب + ب ه ن$$

$$\therefore ا د ب + ب ه س = ا ه ب + ح ب ن$$

$$\therefore \text{زاوية ب ه س} = \text{زاوية ح ب ن}$$

$$\therefore \text{س يوازي ب ن}$$

$$(١) ب : الكوكب$$

(٢) [فصل في تبين الخروج عن المركز في الكواكب الثلاثة وبعدها الأبعد] : غير موجود

في سا د

$$(٤) سا : عل$$

$$(٣) ب : سا : بذلاث$$

$$(٥) ف : كاه - وفي سا : كا$$

$$(٦) سا : كن في$$

$$(٨) سا : ب ل د$$

$$(٩) سا : من$$

$$(١٠) سا : استوائية$$

$$(١١) سا : غير موجود$$

$$(١٢) ب : غير واضح - وفي سا : يامد$$

$$(١٣) ب : غير واضح - وفي سا : صه قلع$$

$$(١٤) ب : غير واضح$$

للمشترى فالرصد للحالة الأولى قد كان وهو في العنبر (كح يا) (١) وفي الثانية في الحوت (ر ند) (٢) والمدة بينهما ثلاث سنين ومائة يوم وستة أيام وثلاث (٣) وعشرون ساعة والحالة (٤) الثالثة وهو (٥) في الحمل (كد كح) (٦) والمدة بين الثانية والثالثة سنة واحدة مصرية وسبعة وثلاثون يوما وسبع ساعات وقوس النضل الوسطى في المدة الأهلى (صط به) (٧) وفي المدة الثانية (لح كو) والقوس المريئة للمدة الأولى (قد مح) وللمدة الثانية (٨) (لو كط) وأما الزحل فقد كان في الرصد في الحالة الأولى في الميزان (٩) (أ ي ح) (١٠) والثانية في القوس (ط م) والمدة بينهما ست (١١) سنين وسبعون يوما و (كب) (١٢) ساعة وفي الثالثة (١٣) كان في الجدى (يد يد) (١٤) والمدة بين الثانية والثالثة ثلاث سنين مصرية وخمسة وثلاثون يوما (ك) (١٥) ساعة وقوس النضل الوسط (١٦) في المدة الأولى (عه مح) (١٧) وفي الثانية (لر نب) (١٨) وقوس النضل المريئة في الأولى (مسح كر) (١٩) وفي الثانية (لد لد) فليكن الحامل أ ب ح على مركز د والمعدل هـ رح حول مركز ط والبروج ك ل م حول ن وليكن

-
- (١) سا : كح يا
(٢) ف : ر يد - وفي سا . ن لد
(٣) ح : وثلاثة - وفي سا : غير موجود
(٤) سا : والحال
(٥) سا : كان وهو
(٦) سا : يد كح
(٧) سا : قط يد
(٨) () (لح كو) والقوس المريئة للمدة الأولى قد مح وللمدة الثانية [: غير موجود في ف
(٩) () في الميزان] : غير موجود في سا
(١٠) ف : أ ي ح
(١١) سا : ستة
(١٢) سا : ركب
(١٣) سا : الثالث
(١٤) سا : كب كد
(١٥) سا : وعشرون
(١٦) سا : للوسط
(١٧) ف : هه مح
(١٨) ف : لد يب - وفي سا : اريب
(١٩) سا : س ح كو

س ع ف ق (١) المار بالمركز ولكن أن نقطة مركز التلوير في الحالة (٢) الأولى و : ب في (٣) الثانية و : ح في (٤) الثالثة ولنصل بها نقطة ط ولنخرج على الاستقامة إلى المعدل حتى يكون ط أ ه ، ط ب ر ، ط ح د (٥) ولنصل بها أيضا نقطة (٦) ن حتى يكون ن ك ، ن ب ، ن ج م (٧) ومعلوم أن نقطة أ لما كان عليها مركز التلوير كان الوسط على ه ولما صارت إلى ب صار الوسط على (٨) ر وكذلك لما صار المركز إلى ج صار الوسط (٩) على (١٠) ح فيكون ه ، ر ، ح نقط (١١) الأحوال الثلاثة من المعدل التي تحدد مسيرات الوسط ولنخرج ن ح (١٢) إلى ت (١٣) من البروج

شکل (۱۶۰)

ف : كل م من البروج معلومة بالرصد و : ه ر ح من المعدل معلومة^(١)
 بالحساب بتسيير^(٢) مركز التنوير في الخلود بحسب الجداول الموضوعة للكواكب
 وليس ه ر ، د ح يوتران^(٣) ل ك ل ، ل م^(٤) من فلك البروج حتى يكون أمر
 الخروج عن^(٥) المركز واضحا وإنما^(٦) يوتران^(٧) أ ب ، ب ح^(٨) من الخارج
 الحامل للمركز^(٩) وهي مجهولة و : ر ش ، ش ت^(١٠) اللتان^(١١) يوترها^(١٢)
 ه ر ، د ح من المعدل مجهولتان^(١٣) بينهما وبين المعلومة تفاوت ولا سبيل إلى أن
 يعلم ذلك إلا إذا علم الخروج^(١٤) عن^(١٥) المركز اللهم إلا أن يتجاوز إذ لا فرق
 محسوس يعتد به بين ز ش ، ش ت^(١٦) وبين ل ك ل ، ل م^(*) فلنضع أن الامر كذلك

(١) ف : معلومة

(٢) ف : غير واضح

(٣) س : يوتر

(٤) ف : ل ك ل ، د م

(٥) ف : من

(٦) ف : ولنا

(٧) س : يوتر

(٨) س : أ ب ، ب ح

(٩) س : المركز

(١٠) ف : [و : ر ش ، ش ت] - وفي س [و : ر ش ، ش ت]

(١١) س : التي

(١٢) س : يوترها

(١٣) س : مجهولة

(١٤) ف : بخروج

(١٥) س : من

(١٦) ف : [ر ش ، ش ت] - وفي س : [ر ش ، ش ت]

(٥) مقدمة أول : تعيين مقدار الخروج عن المركز للكواكب العلوية

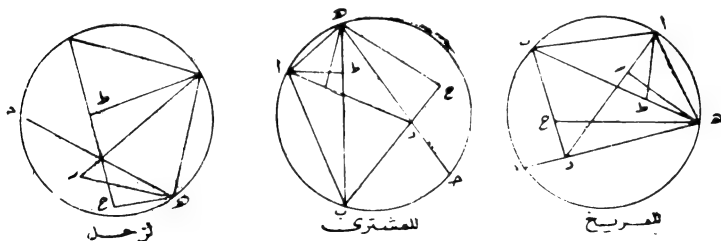
يمكن تعيين مقدار الخروج عن المركز من رصد الكوكب في ثلاثة مواضع

في شكل (١٤٠) نفرض دائرة الحامل أ ب ح مركزها نقطة د ، ودائرة المعدل ه ر ح
 مركزها نقطة ط ، ودائرة البروج ل ك ل م مركزها نقطة ن . ولنفرض أن مركز التدوير عند الأرصاء
 الثلاثة كان عند نقط أ ، ب ، ح

نصل ط أ ، ط ب ، ط ح فنقطع دائرة المعدل في النقط ه ، ر ، ع على التوالي
 وتكون هذه النقط هي المواقع الوسطى للكوكب عند الأرصاء الثلاثة .

نفرض أن ط أ ، ط ب ، ط ح تلتما دائرة البروج في نقط ل ك ل ، ل ، ولنصل ه د ، د أ ،
 ن ل ، ن ب ، ن د ، ن ر ، ن ع ، ن ح

ولنستخرج^(١) به ما نريده ولأحد من جملة الموائر دائرة الحامل، وليكن مركز
البروج فيها نقطة د ونصلها بالنقط الثلاث أعني د أ ، د ب ، د ح ولنخرج ح د^(٢)
إلى ه ونصل^(٣) ب ه ، ه أ ، أ ب^(٤) ولنخرج عمودين من ه إلى ب د ،
أ د^(٥) وهما ه ر ، ه ح نكن لما كانت^(٦) قوس ب ح في رصد المربع
أكثر من ربع دائرة وقع ه ح على ب د بين د ، ب ولما كانت^(٧) في زحل



شكل (١٤١)

والمنشئ أصغر منه وقع خارجا عن د ولنوقع من أ عمود^(٨) ط^(٩) على ه ب^(١٠)

ولنفرض أن ن ه قطع البروج في نقطة ز وأن ن ر قطعه في ثا ش وقطع امتداد ن ح ، ن ع
البروج في نقطتي م ، ت

من الحساب والجداول نعلم المواقع الوسطى ه ، ر ، ع

ومن الأرصاد نعلم المواقع النقط ل ، ل ، م

ولكى نعرف مقدار الخروج عن المركز يجب أن نعلم قيم ز ، ش ث إلى جانب معرفتنا

مواقع ه ، ر ، ع . لكن ز ش ، ث ت مجهولان وإنما يمكن أن نعتبرهما مساويان تقريبا

للقوسين ل ل ، ل م المعلومين

(١) ف ، سا : ولنستخرج

(٢) سا : ح ه

(٣) ب ، سا : ولنوصل

(٤) سا : [ه ط] بدلا من [ب ه ، ه ا ، ا ب]

(٥) سا : ا د ، ب د

(٦) سا : كان

(٧) سا : كان

(٨) سا : عمودا

(٩) سا : غير موجود

(١٠) ب : غير واضح

وقد وقع في المريخ والمشتري مقاطعا نعمودر ه وفي رحل غير مقاطع لما يجب أن تأمل
والمطلوب في جميعها أن نعرف قوس أ ه كما كان في أمر القمر وزاوية ب د : (١)
معلومة بالرصد فزاوية ب د ه القائمة في المريخ معلومة وزاوية ه د ح (٢) المقاطعة في
الآخرين معلومة وقائمة (٣) ح معلومة (٤) فمثلث ه د ح معلوم النسب وأيضا ب د ح (٥)
التي عند احيط معلومة لأن قوس ب ح معلومة وزاوية ح في زحل والمشتري قائمة
و: ه ح معلوم فمثلثا (٦) ب ر ح ، ب ه ح (٧) في زحل والمشتري معلومة (٨) النسب
وفي المريخ باقية ب ه ح من ب ه ح معلومة و : ح (٩) القائمة معلومة و : ه ح
معلوم فمثلث (١٠) ب ه ح (١١) معلوم وزاوية ا د ح (١٢) معلومة لأن أ ب ح
معلومة (١٣) فزاوية أ د ه وقائمة (١٤) ر وضلع ه د معلومة (١٥) فمثلث ه د ر
معلوم النسب ولأن زاوية أ ه د التي عند المحيط معلومة وذات (١٦) ر ه د معلومة (١٧)
ف : أ د ر معلومة (١٨) و : ر قائمة و : ر معلوم فمثلث ا د ر (١٩) معلوم النسب
و : ا ب معلوم (٢٠) وزاوية أ ه ط التي على ا ب وقائمة ط ه ا معلومة (٢١) فمثلث (٢٢)

-
- (١) سا : ب د ح
(٢) سا : د ح
(٣) سا : غير موجود
(٤) [وزاوية ه د ح المقاطعة في الآخرين معلومة وقائمة ح معلومة] : في هاش سا
(٥) سا : ب د ح (٦) سا : فمثلث
(٧) سا : [ب د ح] بدلا من [ب ر ح ، ب ه ح]
(٨) سا : معلوم
(٩) سا : [و : ح]
(١٠) [معلوم فمثلث] : غير موجود في سا
(١١) سا : [ف : ه ح]
(١٢) سا : ا د ح
(١٣) ب ، سا : معلوم
(١٤) سا : ب
(١٥) سا : معلوم
(١٦) سا : وكان
(١٧) سا : معلوما
(١٨) [ف : ا د ر معلومة] : في هاش ف
(١٩) سا : ا د و
(٢٠) [النسب و : ا ب معلوم] : في هاش ف
(٢١) سا : معلوم
(٢٢) سا : غير موجود

أ ه ط (١) ، ه ا و الم نسب و : أ ط ، ط الب الباقى من ه ب معلومان و : ط قائمة ف : أ ب معلوم
 فنسبته إلى جميع الخطوط معلومة ، لأن قوس (٢) أ ب معلومة (٣) و : أ ب وترها (٤)
 معلوم : نسبته إلى القطر ونسبته إلى أ ه معلومة فنسبة (٥) أ ه (٦) إلى القطر معلومة
 فوزر أ ه معلوم فقوس أ ه معلوم (٧) فجميع قوس أ ه معلوم (٨) فجميع قوس (٩)
 ح ب أ ه (١٠) معلومة (*) وخرجت قطعة ح ه من القسي أما في المربخ ١٦١

(١) أ ه ط : [ف : ا ه ط]

(٢) أ ه ط : غير موجود

(٣) أ ه ط : القوس المعلوم

(٤) أ ه ط : اللوز

(٥) أ ه ط : فنسبته

(٦) أ ه ط : غير موجود

(٧) أ ه ط : معلومة

(٨) أ ه ط : معلومة - وفي : [فجميع قوس ا ه معلوم] غير موجود

(٩) أ ه ط : غير موجود

(١٠) أ ه ط : ف : ح ب ا - وفي : ح ب ، ا ه

(*) مقدمة ثانية : تعيين مقدار المخرج عن المركز للكواكب العلوية .

في شكل (١٤١) نجد ثلاثة اشكال منفصلة كل واحد منها يخص كوكباً من الكواكب العلوية الثلاثة
 المريخ والمشتري وزحل والسبب في ذلك هو أن بطليموس أراد أن يوضح مناقشته على أساس أرساد
 فعلية للكواكب الثلاثة وبذلك اختلفت مواقع الأرساد بين كوكب وآخر .

أما نص هذه المقدمة فهو : إذا رصد كوكب في ثلاث نقط هي ا ، ب ، ح وكانت نقطة د هي مركز
 البروج ووصلنا ح د فقابل امتداده دائرة الحامل في نقطة ه فإنه يمكن معرفة القوس ح ب ا ه

المفروض أننا نعلم موقع مركز البروج د وكذلك موقع ح أي نعرف ح ه ، د ه ،

نصل ا ، ب ، ح ، ا ، ب ، د ، د ، ب ثم نسط العمودين د ر ، د ح على ا د ،

ب د (أو على امتداديهما) وكذلك العمود ا ط على ا ب

زاويتا د ح ، ا ب د ه معلومتان

ففي مثلث د ه ح :

زاوية ح = ٩٠° ، زاوية د ه ح = د ه د أو = د ح حسب الشكل أي معلومة

∴ المثلث معلوم نسب أضلاعه ومنها $\frac{ح د}{د ه}$

∴ القوس ا ب ح معلومة ،

∴ زاوية ا ب ح المحيطية معلومة

لكننا عرفنا زاوية د ه ح ∴ زاوية ا ب ح تصبح معلومة

جزءاً واسع دقائق (١) ووترها (٢) هو (٣) > د (٤) (قيح) جزءاً و (ك ب)

وفي مثلث ABC :

زاوية $C = 90^\circ$ ، زاوية B د ه معلومة ، والنسبة $\frac{AB}{AC}$ معروفة

∴ يمكن معرفة النسبة $\frac{AB}{AC}$

وحيث أن زاوية A د ه معلومة

∴ زاوية A د ه $180 - 90 -$ تصبح معلومة

وفي المثلث ABC :

زاوية $C = 90^\circ$ ، زاوية B د ه معلومة ، الضلع AC معلوم

∴ باق عناصر المثلث تصبح معلومة

وفي المثلث ABC :

زاوية $C = 90^\circ$ ، زاوية A د ه معلومة (المحيطة التي تقابل AB) ، $\frac{AB}{AC}$ معلومة

∴ عناصر المثلث تصبح معلومة

وبذلك نكون قد عرفنا للنسب $\frac{AB}{AC}$ ، $\frac{AB}{BC}$ ، $\frac{AC}{BC}$ ، $\frac{AB}{AC}$

وفي المثلث ABC :

زاوية $C = 90^\circ$ ، النسبتان $\frac{AB}{AC}$ ، $\frac{AB}{BC}$ معلومتان

∴ يمكن معرفة النسبة $\frac{AB}{AC}$

لكن القوس AB معلوم بالرصد أو نصف قطر الدائرة معلوم

وكذلك $\frac{AB}{AC} = \frac{AB}{BC} \times \frac{BC}{AC}$ معلوم

لكن من ناحية أخرى $\frac{AB}{AC} = \frac{AB}{BC} \times \frac{BC}{AC}$ نصف القطر

∴ يمكننا معرفة $\frac{AB}{AC}$ ومن ذلك نعرف الوتر AB ثم القوس AB

وبذلك تصبح القوس AB المطلوب معلوما

(١) سا : [قسا ر] بدلا من [١٦١ جزءاً واسع دقائق]

(٢) سا : ووتره

(٣) سا : ووتر

(٤) سا : د ه

دقيقة (١) وأما في المشتري فخرج قوس ج ب أ د (٢) أقل من نصف دائرة (٣) إذ خرج (قير) (٤) جزءا وست دقائق (٥) ووترها (٦) وهو (٧) ح د ه (قبط) جزءا و (ن) دقيقة (٨) وأما في زحل فخرج قوس ج ه الباقية (قسط) جزءا و (كد) دقيقة (٩) والوتر (قبط) جزا و (كح) دقيقة (١٠) ثم بين (١١) من هذا مقدار الخروج عن المركز أما في المريخ وزحل فلا (١٢) مركز الخامل ولو كان ليقع لا محالة داخل قطعة ه أ ب ح (١٣) وأما في المشتري ففي القطعة الأخرى إذ (١٤) إنما (١٥) تقع (١٦) في القطعة الكبرى ولما كان أ ب أعظم القوسين في المريخ ووترحل فالمركز يقع في قطاع أ ب فيها وفي المشتري يقع في مقابلة قطاع ب ح (١٧) لأنه أعظم القطاعات التي في جهة ب د (١٨) ولنجز (١٩) على ك ، د (٢٠) المركزين (٢١) ل ك ، د م ومن ك على ح ه عمود ل ك ن إلى س ومعلوم أنه يقع على د ه في المريخ

(١) سا : [قسج كب] بدلا من [قيج (جزءا و) كب) دقيقة]

(٢) سا : ح ر ، ا ه

(٣) سا : الدائرة

(٤) في هامش ب : تعد و

(٥) سا : [تعد و] بدلا من [(قير) جزءا وست دقائق]

(٦) سا : ووتر

(٧) سا : غير موجود

(٨) سا : [قبط ب] بدلا من [(قبط) جزءا ، (ن) دقيقة]

(٩) سا : [قسط ل] بدلا من [(قسط) جزءا ، (كد) دقيقة]

(١٠) سا : [قيط كح] بدلا من [(قيط) جزءا ، (كح) دقيقة]

(١١) سا : س

(١٢) سا : فبان

(١٣) سا : د ا ب ح

(١٤) سا : إذا

(١٥) سا : بما

(١٦) سا : يقع

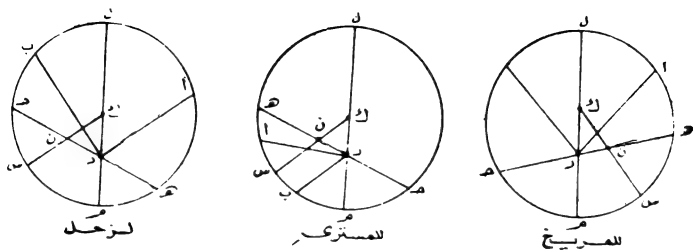
(١٧) سا : ح

(١٨) سا : ب ر

(١٩) سا : ولنخرج

(٢٠) سا : ل

(٢١) سا : والمركزين



شكل (١٤٢)

والمشتري وعلى ح د (١) في زحل حيث (٢) منتصف (٣) أوتار ح هـ ولأن
د هـ معلوم ف: ح د الباقي معلوم ولأن (٤) د هـ (٥) في د ح وهو معلوم مساو لما
يكون من د م في ل د (٦) وإذا كان مربع (٧) ك د مشتركاً كان جميع ذلك
مساوياً لمضروب ك م نصف (٨) القطر في نفسه وهو معلوم لأن الخطوط كلها علمت
بالنسبة إليه يذهب منه ن د في د م يبقى مربع ك د فيكون ك د ضلع الباقي فهو معلوم
ولأن ح ن (٩) نصف ح د بسبب تنصيف العدود (١٠) المركزي (١١) فهو معلوم
و: ح د معلوم ف: ن ح (١٢) معلوم (١٣) و: ك د معلوم فنسب مثلاً د ك ن (١٤)
معلومة (١٥) وزاوية ك معلومة فقوس م س معلومة و: ح ن معلومة (١٦) لأنها نصف

-
- (١) سا : د ح
 - (٢) ف ، سا : ح ن
 - (٣) سا : منتصف
 - (٤) سا : فلان
 - (٥) سا : هـ د
 - (٦) سا : ل د في د م
 - (٧) سا : غير موجود
 - (٨) سا : في نصف
 - (٩) ف : ح ب
 - (١٠) سا : العدودي
 - (١١) د : المركز
 - (١٢) ف ، سا : [ف : ب د]
 - (١٣) سا : غير موجود
 - (١٤) ف : د ل ر - و ن : سا : ل د ن
 - (١٥) سا : معلوم
 - (١٦) [و : ح ن معلومة] : غير موجود في سا

حـ ه لأن العمود يقع على نصف ح ه ونقطة ل على (١) مقابلة نقطة (٢) م الأوج والخضيض معاومان بسبب زاوية ه د ل في السفليين وهي (٣) معلومة في نفسها وبسبب ك د ن (٤) في زحل المعلومة فيعلم باقية ه د أ (٥) فبعد الأحوال عن الأوج معلوم (٦) (*) وقوس ا ل (٧) قد خرج بالحساب (٨) في المريخ (لو) جزءا و (لا) دقيقة (٩) وفي المشتري (عط) جزءا و (ل) دقيقة (١٠) وفي زحل (اطل) (١١)

(١) سا : على نقطة

(٢) سا : ف

(٣) سا : ه د ل

(٤) سا : ل د

(٥) تعيين مقدار الخروج عن المركز للكواكب العلوية : في شكل (١٤٢) نفرض أننا رصدنا الكوكب عن النقط الثلاث ا ب ، ج وليكن مركز البروج نقطة د . نصل ج د ونعمده ليقطع دائرة الحامل في نقطة ه .

حسب الأرصاد التي قام بها بطليموس ، يقع مركز الحامل ك في حالة كوكبي المريخ وزحل داخل القطعة ه ا ب ج بينما في حالة المشتري يقع خارجها .

نصل ك د ونعمده من الناحيتين ليقابل دائرة الحامل في نقطتي ل ، م ونسقط العمود ل م في على ح ه ثم نمده ليقابل الدائرة في نقطة س .

∴ نقطة في منتصف الوتر ح ه .

∴ د ه معلوم ∴ ح د معلوم .

لكن د ه × ح د = د م × ل د .

∴ يمكن معرفة د م × ل د .

لكن د م × ل د = د + ك د = ل م^٢ = مربع نصف القطر = معلوم .

∴ نستطيع إيجاد قيمة ل د .

وإيضاً في عمود من المركز على الوتر ح ه .

∴ ح ن = ١/٢ ح ه = معلوم .

∴ ح ن - ح د = د في د = معلوم .

في المثلث القائم الزاوية د ل ن :

زاوية في = ٩٠° ، والضلعان ل د ، د في د معلومان

∴ يمكن معرفة زاوية د ل ن

∴ قوس م س المقابلة لها تصبح معلومة

وكذلك قوس ح س لأنها نصف القوس ح ه

∴ قوس ح م تصير معلومة

ومن ذلك نستطيع أن نعلم زاوية ه د ل

يصح بعد ذلك من السهل معرفة بعد جميع الأوضاع بالنسبة للأوج نقطة ل

(٧) سا : م

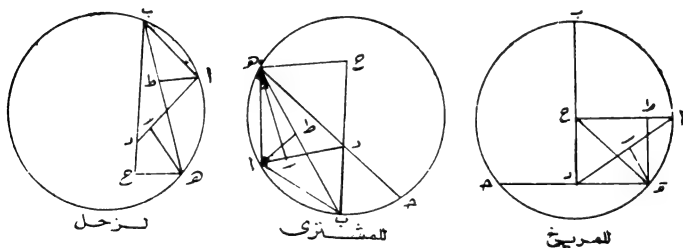
(٨) سا : غير موجود

(٩) سا : [لو ن] بدلا من [لو] جزءا ، (لا) دقيقة [

(١٠) سا : [عط ل] بدلا من [عط] جزءا ، (ل) دقيقة [

(١١) ف : يط

جزءاً و (يب) دقيقة (١) ولأن زاوية مركز البروج معلومة فما (٢) يوترها (٣) من (٤) كل (٥) قوس معلوم (٦) من فلك البروج فمواضع الأوجات (٧) معلومة وخرج الخط الواصل بين المركزين (٨) بالأجزاء التي بها نصف القطر ستون (٩) أما في المربع (ب د) (١٠) وأما في المشرى (هـ كـ ب) (١١) وأما في زحل (رح) .



شكل (١٤٣)

ثم شرع في إبانة التفاوت الذى يوجهه الخط والذى تساهل فيه لما أخذ المعدل (١٢) مكان الحامل وذلك التفاوت هو قوس من فلك البروج رسم (١٣) بإزائها (١٤) زاوية على مركز من خطين يخرجان منه إلى الحامل وإلى المعدل في جهة واحدة فابتداءً أولاً فينبى مايقع من ذلك (١٥) في رصد الحال الأولى (١٦) لكل كوكب والأشكال متقاربة

- (١) سا : [ب هـ يب] بدلا من [نط جزا ، (يب) دقيقة]
- (٢) سا : [ب د]
- (٣) سا : يوتره
- (٤) سا : غير موجود
- (٥) سا : [ب د]
- (٦) سا : معلومة
- (٧) سا : الأوج
- (٨) [بين المركزين] : غير موجود في سا
- (٩) سا : ستين
- (١٠) سا : [ب د ر] بدلا من (ب د) - وفى ف : [د : هـ ر]
- (١١) سا : [هـ كـ] بدلا من [هـ كـ ب]
- (١٢) سا : الحق
- (١٣) سا : قسم - وفى هامش ب : قسم
- (١٤) سا : بإزائه
- (١٥) [من ذلك] : غير موجود في سا
- (١٦) سا : الأول

في الحقيقة إلا أنه وضع في المشتري وزحل دوائر تامة ووضع في المريخ قسما وقطاعات يحتاج إليها وغير الحروف بينها فإنه وضع الشكل في المريخ على الحروف التي كانت في الشكل الذي فيه ثلاث دوائر متقاطعة وافترض في زحل والمشتري على الحمل والمعدل وأورد في المريخ قوسا من البروج ونحن وضعنا الصورة (١) على ما وضع وأما الحروف فجعلناها على هيئة واحدة بحسب ما كنا وضعنا في الشكل الذي من تلك الدوائر وأول هذه الأشكال موضوعة للحال الأولى فلنكن س ه المعدل و : ا ل الحامل : و ك خ : في المريخ البروج والمراكز كما كانت في الشكل المقدم ونخط (٢) س ل د ن (٣) يمر عليها ويصل (٤) المراكز بالنقط ونخرج ط (٥) إلى ه ونصل ه ن (٦) ونخرج عمودي د ث ، ن ح (٧) على ه ط خ (٨) فلأن زاوية ه ط س معلومة ف : د ط ث (٩) معلومة (١٠) و : ط د معلوم على أننا نضعه أنه نصف ط ن المعلوم وقائمة ث (١١) معلومة فمثلثا د ث ، ط ن خ (١٢) معلومان ولأن د ث (١٣) معلوم وبمجموع زاويتي د (١٤) معلوم (١٥) و : ث (١٦) قائمة فمثلث د ا ث (١٧) معلوم الأوضاع والزوايا ف : ث ا (١٨) معلوم (١٩) و : د ا معلوم و : خ ا (٢٠) معلوم ف : ن ا

(١) ف : الصور (٢) س ا : [و : ح ط]

(٣) ف : س ل د ف - وفي س ا : س ل و ن

(٤) س ا : ونصل (٥) س ا : ط

(٦) ف : ه ر

(٧) س ا : د ب ، ن ح

(٨) ف : س ا : ه ط ح

(٩) س ا : [ف : د ط ب]

(١٠) س ا : معلوم

(١١) س ا : د

(١٢) س ا : [ط د ب] بدلا من [ط د ث ، ط ن خ]

(١٣) س ا : د ب

(١٤) في هامش ب : (قوله زاوية د معلومة غير بين وإذا لم يظهر علم هذه الزاوية لم يعلم

المثلث وفي الأصل عرف المثلث بسبب ضلعي د ث ، د ا وقائمة ث)

(١٥) س ا : معلومة

(١٦) س ا : [و : ب]

(١٧) س ا : د ا ب

(١٨) س ا : [ف : ب ا]

(١٩) ف : في الهامش

(٢٠) س ا : [و : ح ا]

وليكن الخط المار بالمراكز هو $ل د ن$ حيث نقطة $ط$ مركز المدل ونقطة $د$ مركز الحامل ، ونقطة $ن$ مركز البروج

ملحوظة : لم يجدد ابن سينا هذه المراكز بل قال « والمراكز كما كانت في الشكل المقدم » ولكن يتضح من سياق الحديث أنه يقصد المراكز المذكورة في شكل (١٤٠) .

ولنفرض أن نقط رصد الكوكب هي $ا ، ب ، ج$

نمد $ط ا$ ليقابل المدل $س ه$ في نقطة $ه$

ونصل $ه ن$ فيقطع البروج في نقطة $ر$

نقط العمودين $د ث$ ، $ن خ$ على امتداد $ط ا$

∴ زاوية $ه ط س$ معلومة بالرصد

∴ زاوية $د ط ث$ المتابلة لها بالرأس مساوية

، ∴ البعد $ط ن$ بين مركزي المدل والبروج معلوم

∴ $ط د = ط ن - معلوم$

وفي المثلث $ط د ث$:

زاوية $ث = ٩٠^\circ$ ، وزاوية $ط$ معلومة والضلع $ط د$ معلوم

∴ يمكن أن نعرف زاوية $ث د ط$ والضلع $د ث$

وفي المثلث $ط ن خ$:

زاوية $خ = ٩٠^\circ$ ، وزاوية $ط$ معلومة والضلع $ط ن$ معلوم

∴ يمكن أن نعلم زاوية $خ ن ط$ وضلع $خ ن$ ، $خ ط$

وفي المثلث $د ا ث$:

زاوية $ث = ٩٠^\circ$ والضلع $د ث$ معلوم

وزاوية $ا د ث = ث د ط + ا د ط = معلومة$

∴ نعرف الضلعين $ث ا$ ، $د ا$

وبمثل ما تقدم يمكن معرفة الضلعين $خ ا$ ، $ن ا$

لكن $ط ه = ا د = معلوم$

∴ المستقيم $خ ط ه = خ ط + ط ه = معلوم$

وفي المثلث $خ ن ه$:

زاوية $خ = ٩٠^\circ$ ، والضلعان $خ ن$ ، $خ ه$ معلومان

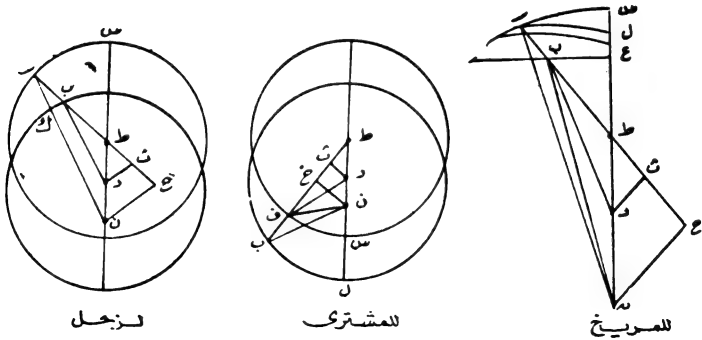
∴ يمكن معرفة زاوية $خ ن ه$

∴ القوس $لح$ والمقابلة لها عند البروج تصبح معلومة وهي الفرق المطلوب

وقد خرج هذا الفرق في المريخ $٣٢'$ وفي المشتري $٣'$ وفي زحل $٣'$

ملحوظة : نهاية البرهان في الخطوط غير مستقيمة كما أن الأشكال غير كاملة البيانات بالإضافة إلى أن شكل (١٤٣) الموجود في هامش المخطوط «هـ» لم يستخدم .

دقيقة (١) وفي المشتري ثلاث دقائق وفي زحل ثلاث (٢) دقائق . وأما (٣) أشكال
الحال الثانية فهي هذه لكن ر (٤) فيا (٥) بدل هـ (٦) ، ب بدل ا وذلك معلوم
وجهاً (٧) على ما يوجبه الحال وقد عمل (٨) في معرفة زاوية ر ن ب (٩) ما عمل (١٠)
في تلك (*) فخرج أما في المريخ (حـ) (١١) دقيقة وفي (١٢) المشتري دقيقة (١٣)



شكل (١٤٥)

- (١) سا : دقيقة في المريخ
(٢) سا : تسع - وفي هـ بين القطرين : تسع
(٣) ف : فؤا
(٤) سا : في
(٥) سا : غير موجود
(٦) سا : غير واضح
(٧) سا : وحلها
(٨) سا : علم
(٩) سا : ن ر
(١٠) د : ما علمت

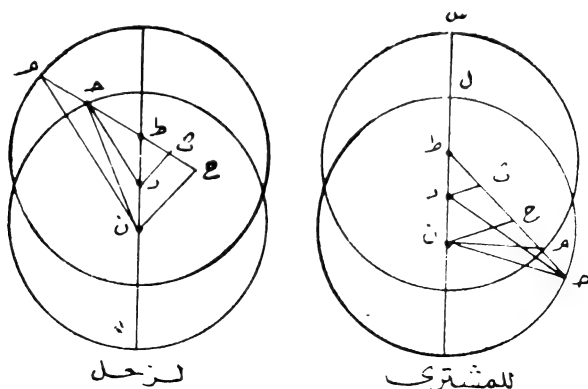
(٥) تابع تصحيح النتائج بالتفرقة بين المدل والحامل :
كانت المناقشة السابقة بالنسبة لرصد الكوكب في نقطة هـ ، وهنا اعتبر الحالة التي تم الرصد فيها في
نقطة هـ ، وقد سار البرهان كما في الحالة السابقة . وقد خرج الفرق في المريخ ٣٣' وفي المشتري دقيقة
واحدة وفي زحل ٦' (شكل ١٤٥)

(١١) هـ : فثلاثة وثلاثون

(١٢) هـ : وأما في

(١٣) هـ : فدقيقة

واحدة وفي زحل (١) ست دقائق فيبين أن البعد الأول الذي يرى هو (٢) لك ل أصغر من الوسط . وأما أشكال الخلال الثالثة فهي (٣) هذه لكن م (٤) فيها بدل هـ : ح بدل ا وجهاتها على ما يوجبه الحال وذلك معاروم وقد عمل (٥) في معرفة زاوية ح ن ح (٦) ما عمل قبل (**) فخرجت أما في المريخ ف : ن (٧) دقيقة وفي المشترى (د) (٨) دقائق (٩) وفي زحل ع (١٠) دقائق (١١) نم أخذ يبين أن (١٢) الذنب في الخطوط والزوايا إذا كانت على . اوضعت خرجت



شكل (١٤٦)

- (١) ب : ستة
(٢) ب : وهو - وفي هامش ا : يعنى في الشكل الذي فيه الأشكال أمامه
(٣) ف : وهي
(٤) ف ، ب : ع
(٥) ب : علم
(٦) ف ، ب : ح ب ع
(٧) صا : ل
(٨) ف : هـ ر - وفي صا : ستة أجزاء
(٩) صا : دقيقتان
(١٠) صا : عشر
(١١) صا : دقائق فشكل زحل قريب مما في الحالة الثانية - وفي هامش ب : وشكل زحل قريب ما في الحالة الثانية
(١٢) صا : أن في

نسب الأحوال الثلاثة المرصودة (١) - على ما رصدت وأشكال الأحوال الثلاثة متشابهة في الثلاث إلا إذا كانت مختلفة الجهات فيقع (X) في جوانب مختلفة وحكمها واحد وكانت حروف (٢) المتريخ على حدة غير حروف الآخرين (٣) - فجعلنا حروف الثلاثة واحدة وجعلنا للمتريخ وزحل شكلا واحدا وللمشتري شكلا واحدا (٤) على حدة لاختلاف جهتي العمل أما (٥) الشكل للحال الأولى (٦) فالدائرة للحامل فقط وقطر (٧) ه ر (٨) يمر على تلك النقطة (٩) بعينها ولنصل نقطة (١٠) التي (١١) هي للحال (١٢) الأولى بالمراكز والأضلاع كما كانت فلأن زاوية ا ط ه بالقياس إلى المعدل معلومة و : د ط ث (١٣) معلومة (١٤) فمثلا د ط ر ، ن ط ح (١٥) معلومان و : د ا معلوم يصير على عكس ما قبل را (١٦) معلوما ويصير (١٧) ن ا (١٨) معلوما وزاوية ا معلومة بقي (١٩) من زاوية ح ن ا زاوية د ن ا إحدى مقابلتي ه ط ا معلومة وخرج بالحساب مثل الرصد بالتقريب (*).

(١) سا : الموضوع

(X) إبتداء من هنا حدث خلط كبير في المخطوط سا

(٢) د : حروف ر ح

(٣) في هامش ب : الأخرى

(٤) ب ، د : غير موجود

(٥) د : دائما

(٦) ب : في الهامش

(٧) ف ، د : وقطره

(٨) ف ، د : في

(٩) ب : النقطة

(١٠) بين السطرين في ف : س

(١١) ب : غير واضح

(١٢) د : الحال

(١٣) ف : [ف : د ط ر] - وى د : [ف : د ط ب]

(١٤) [ف : د ط ر معلومة] في هامش ف

(١٥) ف : د ط ر ، ب ط ح - وى د : و ط ت ، ب ط ح

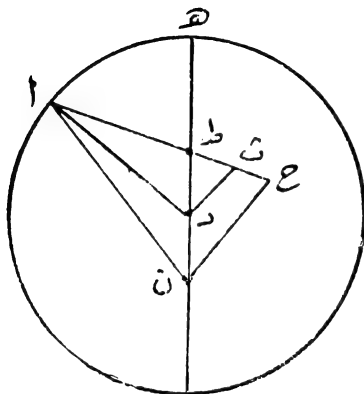
(١٦) د : ب ا

(١٧) د : فيصير

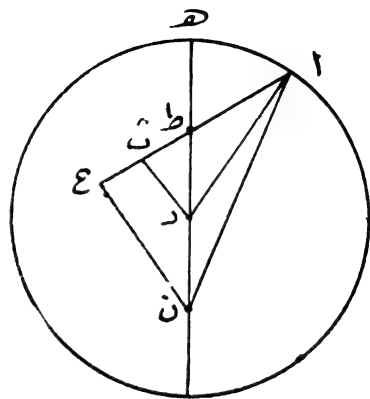
(١٨) د : ر ا -

(١٩) فيبقى

(٥) تصحيح النتائج بالفرقة بين المعدل والحامل إذا كانت الأرصاف في الجهة الأخرى :



لرحل



للمشتري والمريخ

شكل (١٤٧)

وأما للحال (١) الثانية (٢) فيعلم زاوية هـ ن ب (٣) من قوس هـ ب (٤) ويخرج كالمرصود (**).

هنا أخذ الرصد عند نقطة (شكل ١٤٧) - الشكل يتقصه تحديد اسم الكوكب الذي يخص كل رسم والدائرة تمثل الخامل حيث نقطة د مركزها ، نقطة ط مركز المدل ، ونقطة ن مركز البروج .

نصل خط المراكز هـ ط د ن والمستقيمت (ط ، ا ، د ، ا ن) ونسقط الأعمدة د ث ، ن ع على المستقيم ا ط

∴ زاوية ا ط هـ عند مركز المدل معلومة وهي تساوى د ط ث

∴ مثلثا د ط ث ، ن ط ع معلوما الزوايا والأضلاع

∴ يمكن معرفة ا ع = ا ط + ط ع وكذلك ع ن

∴ نستطيع معرفة الضلع ا ن وزاوية ا وزاوية ا ن ع

ومن ذلك نعرف أيضا زاوية هـ ن ا = ا ن ع - ع ن ط

وهذه الزاوية تماثل زاوية هـ ط ا عند مركز البروج وقد خرج الحساب مثل الرصد تقريبا ملحوظة البرهان في المخطوطات غامض وغير واضح

(١) د : الحال (٢) ف : الثالثة

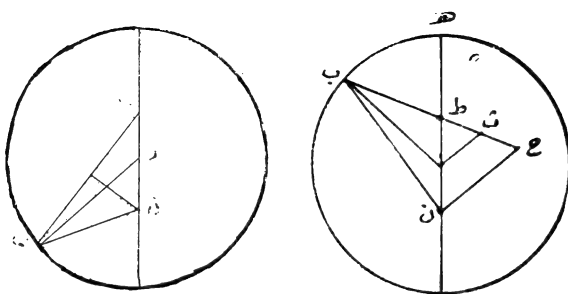
(٣) د : و

(٤) د : هـ ن ب

(•••) تابع تصحيح النتائج

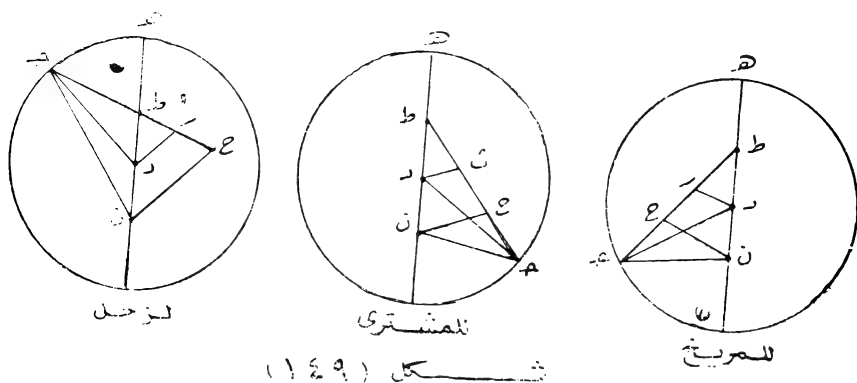
هنا اعتبر الرصد عند نقطة ب (شكل ١٤٨) والبرهان مثل الحالة السابقة . ومن معرفة زاوية

هـ ط ب يمكن معرفة زاوية هـ ن ب وكانت نتيجة الحساب أيضا مثل الأرصاد



شكل (١٤٨)

وأما للحالة (١) الثالثة فتعلم هذه كما علمت تلك وتخرج الزاوية التي عند مركز
البروج كما خرجت تلك مطابقة للرصد (*).



شكل (١٤٩)

ثم أخذ بين من هذا الذي بان (٢) مكان الكوكب من تدويره وبعده من
الحضيض وانمكن (٣) نقطة ح للحال الثالثة وعليها فلك تدويره (٤) ك ل م وانصل
ن ح يقطع التدوير على ك فيكون عليه الكوكب ونصل ط إلى م ونصل ن ح ونجعل للمريخ

(١) د : الحال

(٥) تابع تصحيح النتائج :

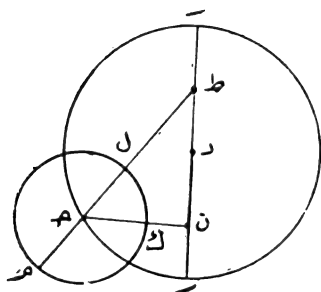
رصد الكوكب عند نقطة ح (شكل ١٤٩) والبرهان والنتائج كما سبق

(٢) د : غير موجود

(٣) د : فلتكن

(٤) د : تدوير

وزحل شكلا واحدا على أن ح أقرب في زحل (١) إلى هـ ونجعل للمشتري شكلا على حدة فلأن الكوكب يكون في أحوال طرف الليل على خط ح ن فيكون هو لا محالة



لمريخ وزحل

شكل (١٥٠)

على ك . ولأن كل (٢) واحدة من زاويتي ح ط هـ ، ح ط ر الممتد للمسير الوسط معلومة وزاوية ز ن ح (٣) معلومة يبقى (٤) ك ح ل (٥) معلومة فتصير (٦) زاوية (٧) ح ط (٨) معلومة وهو (٩) اختلاف الكوكب وبعده من الأوج في الحال الثانية (١٠) فيكون بعد مركز التدوير من أوج الحامل وبعد الكوكب من أوج التدوير معلوم (١١) التاريخ (١٢) بالرصد (١٣) الثالث (*) .

(١) د : ز ط (٢) د : ل ل

(٣) ف : ر ح - وف : د هـ ن ح

(٤) د : و ييق

(٥) د : ل د ل

(٦) د : تصير

(٧) د : غير موجود

(٨) ح : غير واضح وف : د م م ل

(٩) د : واهو

(١٠) د : الثالثة (١١) د : مشنوما

(١٢) د : و التاريخ (١٣) للرصد

(*) تعيين موضع الكوكب في تدويره وبعده عن الخفض :

في شكل (١٥٠) نفرض دائرة الحامل مركزها نقطة د ، ومركز المدار نقطة ط . ومركز البروج نقطة ن ويمكن الكوكب عند نقطة هـ .

فصل

في معرفة مقادير أفلاك تداوير الكواكب الثلاثة (١)

ثم أخذ بين نسب (٢) قطري التلووير والخارج اكل (٣) كوكب بشكل وكل شكل مبنى على رصد الكوكب وتعلم (٤) موضعه من البروج ثم تعكس وتعرف المدة بينه وبين إحدى (٥) الحالات (٦) الثلاث (٧) من الأحوال المذكورة ويسير (٨) الوسط (٩) والاختلاف ويعرف بعد وسطه إذ ذاك (١٠) من أوج الحامل (١١) وبعد اختلافه من أوج التلووير ويعرف بالرصد بعده (١٢) أيضا من الأوج في فلك البروج أما (١٣) المريخ فرصد بالقياس فرصد إلى السماء الأعزل إلى (١٤) القدر وقد (١٥) قوم (١٦) مكانه وانعزافه فكان قد وجد في القوس (الو) والمشرى بالقياس إلى

نربسم حول α دائرة تمثل فلك التدوير α ل α م وليقطع α في نقطة α ، α في نقطتي α ، α م

•: الكوكب في أول الليل أو في آخره يقع على الخط α ن

•: نقطة α هي موضعه حينئذ

•: زاويتي المسير المتوسط بالنسبة إلى مركز المعدل α هما زاويتي α ، α ، α م ، α م معلومتان ، كما أن زاوية ر ن α معلومة

•: بعد الكوكب من الأوج = زاوية ن α م

$$\alpha - \alpha = (180 - \alpha - \alpha) \text{ معاوم}$$

وكذلك يمكننا أيضا معرفة بعد مركز التدوير عن أوج الحامل

(١) [فصل في معرفة مقادير أفلاك تداوير الكواكب الثلاثة] : غير موجود في α . د

(٢) α ، د : نسبة (٣) د : وهو لكل

(٤) د : تعلم (٥) د : أحد

(٦) د : الحال

(٧) α : الثلاثة - وفي د : الشاذة

(٨) د : ويصير

(٩) د : بالوسط

(١٠) د : ذلك

(١١) ف : الحال

(١٢) ف : بعد

(١٣) α : وأما

(١٤) د : و

(١٥) د : غير موجود

(١٦) د : مقوم

الدبران والقمر فكان في الخوزاء (يه مه) وأما زحل فرصد بالقياس إلى الدبران والقمر أيضا فكان في الدلو أجزاء وجزءا من (يه) من جزء (١) فأما الشكل المبني على ذلك للمريخ فهو ليكون (٢) ا ب ح حول د فلك الحمل و : هو مركز البروج و : ر مركز المعدل وعلى ب تدوير ك ط ح (٣) ولتوصل ب ه ، ب د ، ب ر وليكن الكوكب على ن (٤) من التدوير ولتوصل (٥) ب ن ، ه ن (٦) وعلى ن عمود ب س وعلى ب ر (٧) عمودا د م ، ه ل فلأن زاوية ا د ب (٨) وهي وسط المريخ معلومة (٩) بالتاريخ ف : ب ر ح معلومة (١٠) فيصير مثلث ر د م معلوم (١١) النسب و : م د ، د ب معلوما ومثلث د م ب معلوما وبصير م ب معلوما وبصير مثلث ر ل ه معلوما وبصير مثلث ه ل ب (١٢) معلوما (١٣) ولأن زاوية ح ه س ونى بعد الكوكب بالرؤية (١٤) عن الحضيض من الحمل معلومة (١٥) و : ح ه ب (١٦) لأنها مساوية لزاويتي ب ، ر (١٧) معلومة (١٨) فباقية ب ه س معلومة : س قائمة و : ه ب معلوم فيصير مثلث (١٩) ه ب س معلوما

-
- (١) د : [ط يه] بدلا من [ط] أجزاء وجزءا من (يه) من جزء
 (٢) د : فليكن
 (٣) د : لل ط ح
 (٤) د : ر
 (٥) [ب ه ، ب د ، ب ر وليكن الكوكب على ن من التدوير ولتوصل] :
 في ه امش ف
 (٦) د : [ر ب ن] بدلا من [ب ن ، ه ن]
 (٧) د : ر ب
 (٨) د : ا ر ب
 (٩) د : معلوم
 (١٠) د : معلوم
 (١١) د : معلوما
 (١٢) ف : د ل ذ
 (١٣) [ومثلث ه ل ب معلوما] : غير موجود في د
 (١٤) د : فالرؤية
 (١٥) د : معلوم
 (١٦) د : [و : ه ع ب]
 (١٧) د : [ب] بدلا من [ب ، ر]
 (١٨) د : ومعلوم
 (١٩) د : غير موجود

ولأن قوس (١) ن ك معلوم لأنه بعد الكوكب (٢) في تدويره (٣) عن المضيض
الوسط فزاوية ك ب ن معلومة فتعلم (٤) زاوية ن د ب من جملة ر ه ب المعلومة
فيبقى (٥) ه ب ن (٦) معلومة لأن (٧) زاوية د ه ب (٨) معلومة فتصير زاوية من ن ب
معلومة فيصير مثلث س ن ب بالأجزاء التي بينها د ب ستون (٩) معلوما وإن ثبت
أسقطت ن ب ه (١٠) من زاوية (١١) س ب ه بقيت س ر ن معلومة
ومثلث (١٢) س ن ب (١٣) معلوما ويخرج نسبة ب ن إلى د ب نسبة (لط) (١٤) إلى (س) (٥).

(١) د : موثر

(٢) ب : الكواكب

(٣) د : تدوير

(٤) د : فنلم

(٥) د : يبق

(٦) ف : ه س - وف : د : ه ن ب

(٧) د : ولأن

(٨) ب : غير واضح وف : د : ه ب

(٩) ب : ستين - وف : د : ستين

(١٠) د : ب ن ه

(١١) [من زاوية] : في هاشم ب

(١٢) [بقيت س ر ن معلومة ومثلث] : غير موجود في د

(١٣) د : ستين

(١٤) د : يط ن

(٥) تعيين نسبة قطر التدوير إلى قطر الخارج

أولا : في حالة المريخ :

في شكل (١٥١) نفرض ب ه الحامل ومركزه نقطة د ، ونقطة ه مركز البروج ، نقطة ر

مركز المعدل . وليكن ذلك التدوير على مركز ب

نصل ب ه ، ب د ، ب ر فيقطع ب ه أو إمتداده محيط التدوير في نقطة ط ، يقطع

ب ر محيط التدوير في نقطتي ل ، ح

فإذا فرضنا أن الكوكب عند نقطة ن ، نصل ب ن ، د ن ونسقط من نقطة ب العمود س على

ه ن وكذلك من نقطتي د ، ه العمودين د م ، ه ل على ب ر

زاوية الوسط للمريخ هي ب د ب وهي معلومة

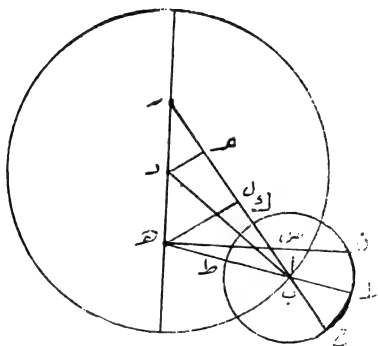
• زاوية ب ر ه معلومة

• المثلث ر د م يصبح معلوما

ومن ذلك يمكن معرفة الضلعين م د ، د ب

والمثلث د م ب يصير معلوما ومنه نعلم الضلع م ب

وأخرج (١) فيه خط من مركز البروج إلى الأوج بالرؤية وأخرجت الأعمدة ثم يعلم سائر ما يطلبه (٢) على ما علمه: انك (**) وأخرج بالحساب نسبة نصف قطر



تتسكن (١٥٢)

التدوير نسبة (يال) (٣) إلى ستين (٤) وأما الزحل فإن فلك التدوير إلى الجانب الذي كان للمريخ إلا أن الأعمدة من ه تقع عليه في القطعة الأخرى والدركب في فلك التدوير خارجا عن الحامل إلى جهة الأوج ويعلم أيضا خط ب ل (٥) كما علم رب (٦) (*) ويخرج ستة أجزاء ونصفها (٧) بما (٨) به (٩) نصف قطر الحامل ستون (١٠).

(١) د : فأخرج (٢) د : ما يطلبه

(٥٥) ثانيا : في حاله المشترى :

شكل (١٥٢) مماثل لشكل (١٥١) فيا عدا وقوع فلك التدوير في الجانب الآخر من الحامل وأقرب إلى الحضيض والكوكب خارجا عن دائرة الحامل ناحية أوجها . أما البرهان فهو مثل ماسبق في حالة المريخ وكانت النسبة $\frac{110}{14}$

(٣) د [يا] بدلا من [يال] (٤) د : س

(٥) ب : غير واضح - وق د : ب

(٦) ف : ه ب - وق د : تمه

(٥) ثالثا : في حالة زحل :

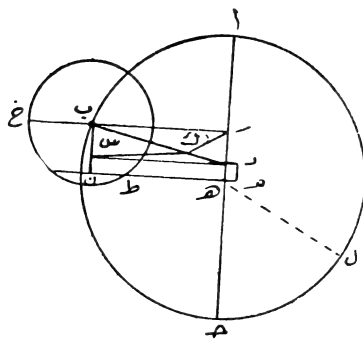
هذه الحالة مثل حالة المريخ إلا أن الكوكب يقع خارجا عن الحامل ناحية الأوج (شكل ١٥٣) والبرهان مثل السابق أما النسبة فقد خرجت $\frac{76}{9}$

(٧) د : [دل] بدلا من ستة أجزاء ونصفها - وق ب : ونصف

(٨) د : ما (٩) د : غير موجود

(١٠) ب : ستين - وق د : غير واضح

التاريخ أن يكون في السنبلة (ط ل) (١) وعرف أيضا بعده من الأوج وسطا ومرثيا فلما عرف هذا بين المطاوب وبأشكال . فالشكل المبين ذلك للمريخ فليكن (٢) فيه حروف القطر وحرف المركز (٣) للتلويز (٤) كما كان ولتصل رب ، دب (٥) كما كان (٦) وليكن موضع الكوكب على ط ولتصل ه ط (٧) ، ب ط ولنخرج عمود رك على دب و : د م على ه ط و : ب ن على ه ط أيضا و : د س على ب ن والمطلوب معرفة ح ط ونخرج ه ل يوازي ب ط وأما خط دم فهو مواز لا محالة لخط ب ن لأن الزاويتين قائمتان ويكون (٨) سطح (٩) د م ن مس لا محالة قائم الزاوية و زاوية ل ه د التي تفعلها الشمس بعد نصف دائرة من المعلومة (١٠) و : ح ه ط معلومة لأن موضع ط معلوم بالرصد وموضع ج معلوم لأنه حضيض الحامل فجميع زاوية ط ه ل معلومة ف : ب ط ه المبادلة لها معلومة لأن ه ل ، ب ط



شكل (١٥٤)

-
- (١) د : ط ن
(٢) د : ليكن
(٣) د : مركز
(٤) د : التلويز
(٥) د : ا ب ، و ب
(٦) [ولتصل ر ب ، د ب كما كان] : في هاش ب - وفي ف : غير موجود
(٧) [ولتصل ه ط] : في هاش ف
(٨) د : يكون
(٩) د : غير موجود
(١٠) د : معلوم

متوازيان و : ن قائمة فمثلث بطن معلوم النسب و : ب ط معلوم المقدار فمثلث
 ن ط ب معلوم ولأن زاوية ا ه ط معلومة بالرصد فزاوية ر ه م معلومة ومثلث د ه م
 معلوم (١) وكان ب ن (٢) معلوما يبق ب س معلوما (٣) و : د ب معلوم و : س
 قائمة فمثلث د ب س معلوم من زاوية قائمة وضلعين ويعلم زاوية (٤) ب د س (٥)
 ويحصل زاوية ب د ه بأسرها معلومة ويصير زاوية ر د ك معلومة وزاوية ك قائمة
 يكون مثلث (٦) ر د ك (٧) المعلوم منه ضلع ر د معلوما فتعلم زاوية د ر ك (٨)
 ثم يعلم مثلث رب ك (٩) فنعلم جميع زاوية ب ر د فباقية ا رب (١٠) بل ر ب (١١)
 معلومة (١٢) فقد حصل أن زاوية ب ر ا معلومة (١٣) وهو الوسط وزاوية ح ب ط
 معلومة من وجهين من معرفة الزوايا التي عند ب ومن نقصان الوسط عن مسير الشمس (٥)

-
- (١) في هامش ب ولأن د م معلوم ف : س ب معلوم - وفي د : معلوم ف :
 س ب معلوم
 (٢) د : ن - وفي ف : ب ر
 (٣) [يبق ب س معلوما] : غير موجود في ف
 (٤) د : مثلث
 (٥) د : ا ر س - وبين السطرين في ب : مثلث ه م ع
 (٦) د : غير موجود
 (٧) د : ب د ك
 (٨) ف : ر د ك
 (٩) ف : د ن ك - وفي ب : د ب ك
 (١٠) ف : ا ر ن
 (١١) ف : د ب
 (١٢) د : معلوم
 (١٣) د : معلوم
 (٥) تصحيح الحركات الدورية للكواكب

أولا في حالة المريخ
 في شكل (١٤٤) ليكن ا ب الحامل ومركزه نقطة د ومركز البروج نقطة ه ، ومركز
 الحمل نقطة ر .

ولنفرض أن فلك التدوير مركزه نقطة ب وأن الكوكب عند نقطة ط
 نصل ر ب ونعده لقطع محيلا التدوير في نقطة ح ونصل د ب ، ه ط ، ب ط
 نسقط الأعمدة ر ا على د ب ، د م على ه ط ، ب ن على ه ط ، د س على ب ن
 والمطلوب معرفة مقدار ح ط

نرسم المستقيم ه ل يوازي ب ط
 د م يوازي ب ن والمستقيم د س يوازي م ن وزوايا م ، ن ، س قائمة

٢٠. الشكل د م ن س مستطيل

زاوية ن ه د = مسير الشمس بعد نصف دائرة من ا = معلومة

٢١. ح ه ضيئ الحامل معلوم ، والكوكب ط معلوم بالرصد

٢٢. زاوية ح د ط تصبح معلومة

٢٣. زاوية ط د ل = ط ه ح + ل ه ح = معلومة

٢٤. المستقيم د ل يوازي ب ط

٢٥. زاوية ب ط ه = ط د ل = معلومة

وفي المثلث ب ط ن :

زاوية ن = ٩٠° ، زاوية ب ط ن = ١٨٠ - ب ط ه معلومة ، ب ط = نصف

قطر التدوير معلوم

٢٦. تصبح أضلاع المثلث معلومة ومنها ب ن

لكن الزاوية ا ه ط = موضع الكوكب وهو معلوم بالرصد

٢٧. زاوية ر ه م = ١٨٠ - ا ه ط تصبح معلومة

من ذلك يصبح المثلث د ه م معلوم الأضلاع والزاويا

٢٨. يمكن أن نعلم الضلع د م والزاوية م د ه

٢٩. ب س = ب ن - س ن = ب ن - د م يصير معلوما

وفي المثلث د ب س :

زاوية س = ٩٠° ، والضلع ب س معلوم ، والضلع ب = نصف قطر الحامل معلوم

٣٠. يمكن أن نعرف زاوية ب د س

لكن زاوية ه د س = ٩٠ - م د ه = معلومة

٣١. نعرف زاوية ب د ه = ب د س + ه د س

٣٢. زاوية ر د ل = ١٨٠ - ب د ه تصبح معلومة

وفي المثلث ر د ل :

زاوية ل = ٩٠° وزاوية ر د ل معلومة والضلع د ر معلوم

٣٣. نعرف من ذلك زاوية د ر ل والضلع ر ل

وفي المثلث ر ب ل :

زاوية ل = ٩٠° والضلعان ر ل ، ر ب معلومان

فتصير زاوية ب ر ل معلومة

٣٤. زاوية ب ر د = ب ر ل + د ر ل معلومة

٣٥. زاوية ا ر ب = ١٨٠ - ب ر د تصبح معلومة

لكن زاوية ا ر ب هي الوسط

٣٦. زاوية ح ب ط = مسير الشمس - الوسط = معلومة وهو المطلوب

ومن ناحية أخرى يمكن معرفة زاوية ح ب ط من الزوايا عند نقطة ب ، لأننا عرفنا مثل د ب س

أي عرفنا زاوية د ب س ، وكذلك عرفنا مثلث ب ط ن أي عرفنا زاوية ن ب ا

وقد خرج بالحساب مائة وتسعة عشر جزءاً واثنين وأربعين دقيقة (١) وأما الشكل المبين (٢) للمشتري فوقع فلك التلووير فيه إلى (٣) الجانب الآخر أقرب من الأوج ووقع عمود د س (٤) على ب ن (٥) خارجاً عن ن (٦) وأعمدة رك (٧) ، د م (٨) إلى جانب واحد يلي فلك التلووير و : ه ل إلى الجانب المخالف للتلووير يكون لا محالة سطح د س ن م (٩) متوازي الأضلاع لأن زوايا ن ، س ، م منه

نہج (۱۰۰)

∴ زاوية ط د = د س -- ن ن ط = معلومة

∴ زاوية ط ر = ط د + ر ل = معلومة

(١) د : [يظ مد] بدلا من [مائة وتسعة عشر جزءا واثنين وأربعين دقيقة]

(۴) و : غیر واضح (۵) ف : و

(۶) ف د (۷) ف ، د : ر د

(٨) U : في الحاشي - وفي ف ، د : غير موجود

(۹) ف : د یں ر م - وفی د : ح U س م

(۱۰) د : غیر وجود

(۱۱) د : فیلم

۱۴ : ۵ (۱۲)

(*) ثانيا في حالى المشتري وزحل :

أخذ التدوير في الناحية الأخرى من الأوج (شكل ١٥٥) والبرهان مائل لما سبق

علم وسط كل واحد واختلافه للتاريخ المعروض وكان علم التاريخ للحال الثالثة والمدة بينهما معلومة فيعلم أنه كم يسير في تلك المدة (١) كم في الوسط وكم في الاختلاف ويسير على ذلك (٢) إلى ذلك (٣) الوقت الذى لتاريخ يختص (٤) وهو وقت (٥) التحصيل .

فصل

في معرفة المسيرات الخفية من الحركات الدورية (٦)

وأما الشكل المبين لهذه (٧) الأحوال بالعكس وهو أن (٨) يبين كيف يعلم من الوسط والاختلاف الموضع المرئى أعنى من زاوية ا ر ط (٩) ومن (١٠) ك ب ط زاوية ا ه ك وذلك يسهل (١١) بعد أن نخرج ه ب إلى ح ونصل (١٢) د ب ونخرج عمود ك ل (١٣) من ك موضع الكوكب على ه ح ويحفظ الشكل على صورته إلا ما يحدفه عنه فيحتاج (١٤) أولاً أن يعرف زاوية أ د ب (١٥) بمثل ما عرف للشمس (١٦) في الخارج المركز مثلاً بأن نخرج عمود د ع على رب وعمودى ر ف ، ه م (١٧) على د ب (١٨) فيعلم مثلث درع من زاويتى ع القائمة و : ر (١٩) المقاطعة فيعلم

(١) د : [في كم مدة يسير] بدلا من [كم يسير في تلك المدة]

(٢) د : ذلك ثم يسير ذلك

(٣) د : غير موجود (٤) ف : بخت نصر

(٥) د : قريب

(٦) [فصل في معرفة المسيرات الخفية من الحركات الدورية] : غير موجود في ما ، .

(٧) د : هذه (٨) د : إنه

(٩) ف : ا د ب - وى د : ا ر ب

(١٠) د : و

(١١) د : سهل

(١٢) د : فصل

(١٣) ب ، ف : ط ل - وى د : ل

(١٤) د : ويحتاج

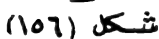
(١٥) ب : غير واضح

(١٦) ف : الشمس

(١٧) ف : ر ب ، ه م

(١٨) [وعمودى ر ف ، ه م على د ب] : غير موجود في د

(١٩) ف : [و : ف]



مثلث ع د ب من ضلعيه والقائمة فيعلم زاوية ب منه و : ب ر د الباقية معلومة يبقى
زاوية ر د ب من جملة زاوية ع د ب معلومة وزاوية ف (١) قائمة فيعلم (٢)
مثلث (٣) ر د ف (٤) ومثلث ه د م (٥) الشبيه بمثلث ر د ف (٦) المساوي له
ومثلث ه م ب من ضلعي م ب ، م ه (٧) وقائمة م (٨) فتصير جميع زاوية
ر ب ه (٩) بل ك ب ل (١٠) بل مثلث ك ب ل (١١) القائم الزاوية بل مثلث ه ل ك
لمجموع (١٢) ضلع واحد من (١٣) ه ب ، ب ل وضلع آخر (١٥) وهو (١٦)

- 07.

ل ك (١) قائمة ل فتعلم زاوية ل ه ك بل جميع ا ه ك (٢) فقد كان عام
زاوية ا ه ب (*) .

(١) في هامش ب : ر ل

(٢) د : ا ه ل بل جميع ا ه ل

(*) تعيين الموضع المرئي من معرفة الوسط والاختلاف :

في شكل (١٥٩) نفرض أن نقطة د مركز الحامل ، ه مركز الأبروج ، ر مركز المعدل ، وليكن
مركز فلك التدوير عند ب والموضع المرئي للكوكب عند نقطة ل .

فإذا كان امتداد المستقيم ر ب يقطع التدوير في نقطة ط فإن زاوية ا ر ط هي المتوسط ،
وزاوية ل ب ط الاختلاف بينا الزاوية المرئية ا ه ل .

نصل ه ب ونعمده ليقطع فلك التدوير في نقطة ح وكذلك نصل د ب

نسقط العمود ل ب على ح ه والعمود د ب على ر ب والعمودين ر ب ، ه م على د ب
في المثلث د ر ع :

زاوية ع = 90° ، زاوية د ر ع = ا ر ط = معلومة ، د ر معلوم

∴ ينتج الضلع د ع معلوماً

في المثلث ع د ب :

زاوية ع = 90° ، والضلعان د ع ، د ب معلومان

∴ نعلم من ذلك زاوية د ب ع

لكن زاوية ب ر د = $180^\circ - ا ر ط$ = معلومة

∴ زاوية ر د ب = $180^\circ - (د ب ع + ب ر د)$ معلومة

وفي مثلث ر د ف :

زاوية ف = 90° ، زاوية ر د ب معلومة ، ر د معلوم

وكذلك في المثلث ه د م :

زاوية م = 90° ، وزاوية ه د م = ر د ب معلومة ، ه د معلوم

∴ يمكن معرفة الضلعين م ه ، م د

وفي المثلث ه م ب :

زاوية م = 90° ، والضلع م ه معلوم ، والضلع م ب = م د + د ب معلوم

∴ تصيح زاوية ه م ب معلومة

∴ زاوية ر ب ه = ع ب د + د ب م = ح ب ط تصير معلومة

لكن زاوية الاختلاف ل ب ط معلومة

∴ زاوية ل ب ل = ح ب ط + ل ب ط معلومة

وفي المثلث ل ب ل :

زاوية ل = 90° ، وزاوية ل ب ل معلومة ، الضلع ل ب معلوم

ينتج من ذلك معرفة الضلعين ل ب ، ل ل

وفي المثلث د ل ل :

فصل

في عمل (١) جداول الاختلافات (٢)

ثم وضع (٣) لكل واحد (٤) من هذه المسيرات جداول (٥) كل جدول خمسة وأربعون بيتا خمسة عشر بيتا منها للأجزاء القريبة من الأوج وتفاضلها ستة (٦) وثلاثون بيتا منها للأجزاء الحضيضة متفاضلة بثلاثة ثلاثة إذا كان القريب من الأوج يقل فيه التفاوت في التعديل قريب (٧) في السطرين الأولين الأعداد من و (٨) إلى (قف) صاعدا في الحساب نازلا في التدوير من أ (٩) ومن (شند) إلى (قف) نازلا في الحساب صاعدا في التدوير وفي السطر الثالث ما يجب من الزيادة والثقصان للتعديلين (١٠) لو كان المركز على المعدل بعينه وفي الرابع التعديل الذي (١١) يجب من (١٢) كون (١٣) المركز (١٤) على الحامل المركز الخارج وثبت (١٥) فيه (١٦) التفاوت بين ذلك وبين الذي يحسب المعدل وإنما أفرد جدولاً إذ كان قد أفرد للنظر

زاوية ل = ٩٠° ، الضلع ل ل معلوم ، الضلع د ل = د + ب + ل معلوم
∴ تصير زاوية ل د ل معروفة
∴ زاوية د ل د = د + ب + ل د = معلومة وهو المطلوب

- (١) ب : علم
- (٢) [فصل في عمل جداول الاختلافات] : غير موجود في د ، سا
- (٣) د : وضع جداول
- (٤) [واحد من] : غير موجود في د
- (٥) د : غير موجود
- (٦) د ، ف : غير موجود
- (٧) د : قريب
- (٨) د : ستة
- (٩) د : [نا] بدلا من [من]
- (١٠) د : التعديلين
- (١١) د : غير موجود
- (١٢) ف : لو
- (١٣) ف : كان
- (١٤) (على المعدل بعينه وفي الرابع التعديل الذي يجب من كون المركز) : في هامش ب
- (١٥) د : وثبت
- (١٦) د : منه

فيه بخذا (١) ولو جعل ذلك كله في جدول واحد بأن نورد (٢) ما يجتمع منها (٣) حيث يزاد (٤) الفضل أو ما (٥) يبقى حيث ينقص الفضل لكان كافياً والصف (٦) السادس ويذكره قبل الخامس للبيان يشتمل على التعديل الذي يلحق فلك التدوير بحسب كون مركز التدوير على البعد الأوسط (٧) والخامس يشتمل على التفاوت الذي بين التعديل الوسط (٨) وبين التعديل الذي في البعد الأبعد والسابع يشتمل على (٩) مثل ذلك التفاوت بين الأوسط والأقرب والناظر على نسبة فضل تفاوت ما بين تعديل البعد الأوسط وتعديل بعد آخر لدرجة أخرى دون (١٠) درجة الأوج إلى الحضيض (١١) إلى التفاوت الذي بين التعديل الوسط وتعديل البعد الأبعد (١٢) أو الأقرب وذلك في جدولين أولهما (١٣) حيث يكون البعد دون (١٤) الوسط والثاني حيث يكون البعد فوق الوسط والجدول الأول يبتدىء من فضل التعديل الأزيد ويجعله (س) وهو الأصل ثم رتب (١٦) ما هو أنقص فأنقص بمنسوبة (١٧) إلى (س) (١٨) والجدول الآخر بالعكس للتفاوت الأول من أول بيت في الجدول حيث انتهى، وللتفاوت الثاني من آخر البيت إلى حيث اتصل بالأول فجعل فيها التفاوت الأعظم

(١) د : بحت

(٢) د : يورد - وف : غير واضح

(٣) د : منها

(٤) ف : يراد

(٥) د : وما

(٦) د : وفي الصف

(٧) د : الوسط

(٨) (والخامس يشتمل على التفاوت الذي بين التعديل الوسط) : غير موجود في د

(٩) [يشتمل على] : غير موجود في د

(١٠) ب : في الهامش

(١١) د : [أو الحضيض] بدلا من [إلى الحضيض]

(١٢) ف : مكرر

(١٣) د : غير موجود

(١٤) ف : في الهامش

(١٥) د : ستين

(١٦) د : يرتب

(١٧) د : منسوبة

(١٨) د : ستين

وجعله رأس الصف فوق في الخامس (س س) (١) إذ (٢) كانا على وضع متعاكسين مثال هذا التفاوت في زحل أنه إذا كان بين (٣) أوج الحامل وبين مركز تدويره ثلاثون (٤) جزءا كان لنا أن نعرف (٥) الزوايا التي تكون (٦) عند مركز البروج التي توتر نصف قطر تدويره التي تحيط بكل التعديل على معاملات في مواضع تعرفنا (٧) من جهة العلم بمقدار نسبة نصف قطر التدوير إلى نصف قطر الحامل وإلى الراصل بين المركزين فإذا علمنا حيثتد زاوية التعديل التي توتر نصف قطر التدوير (٨) يثبت (٩) ويحفظ وقد خرج مثلا (١٠) ازحل (١١) (ه نه) (١٢) ثم تقايس (٣) ذلك بزواياه (١٤) لو كان في الأبعاد الثلاثة الأبعد والأوسط والأقرب مثل ما أن زحل لو كان في البعد الأوسط لكانت الزاوية تكون (و يح) (١٥) ولو كان في البعد الأبعد لكان تعديله (ه نه) (١٦) ولو كان في البعد الأقرب لكان تعديله (و او) وفضل الأوسط على الأبعد (ح ك) (١٧) وفضل الأوسط على الذي بعده ثلاثون (١٨) درجة (ه ير ل) (١٩) ونسبة فضل الأوسط على الذي (٢٠)

(٢) د : إذا

(٤) د : ثلاثين

(١) د : ستين ستين

(٣) د : غير موجود

(٥) د : نعرف

(٦) د : غير موجود

(٧) د : نعرفا

(٨) (إلى نصف قطر الحامل وإلى الراصل بين المركزين فإذا علمنا حيثتد زاوية التعديل التي

توتر نصف قطر التدوير) : في هامش ب

(٩) د : فيثبت

(١٠) د : مثل

(١١) د : الزحل

(١٢) ف : هـ

(١٣) د : تقايس

(١٤) د : بزواياه

(١٥) ف : و ل ح

(١٦) د : هـ ل ح - وفي ف : هـ يح

(١٧) د ، ف : هـ ك

(١٨) د : ثلاثين

(١٩) د ، ف : هـ ير ل

(٢٠) ب ، د : غير موجود

بعده (١) ثلاثون (٢) درجة (٣) إلى فضل الأوسط على الأعظم المئى هو
 (ج ك) (٤) نسبة (ح نب ل) (٥) إلى (٦) (ح س) فأثبتنا هذه الدقائق (٧)
 فى الصف الثامن الثانى هو دقائق فضل الوسط بإزاء ل حرفا (٨) ولو كان أقرب إلى
 الحضيض منه إلى الأوج فكان (٩) مثلا بدل ثلاثين جزءا مائة وعشرون (١٠) جزءا
 لكن التفاوت ينسب إلى الفضل بين الوسط والأول والأقل (١١) وعلى هذا حسب
 أيضا التفاوت الذى يلحقه من جهة أجزاء فلك التدوير .

فصل

فى حساب مسير الكواكب الخمسة فى الطول (١٢)

إذا أردنا أن نقوم الكواكب الخمسة فلما نأخذ أجزاء الوسط (١٣) لها وأجزاء (١٤)
 اختلافها (١٥) بحسب التاريخ (١٦) وذلك هو البعدان من الأوجين فيدخل أجزاء (١٧)
 الوسط فى أحد الجدولين الأولين وتأخذ ما يبايأه من التعديل فى الجدول الثالث مع الذى
 يلحقه (١٨) من الزيادة والنقصان فى الجدول الرابع فينقص أو يزيد (١٩) على ما علمت

-
- (١) ب ، د : د بعد
 (٢) ب ، د : د ثلاثين
 (٣) د : غير موجود
 (٤) د ، ف : ه ك
 (٥) د : نب ل - وف : ه ب ل
 (٦) فى هامش ب : إلى (قف) فلنضع (نب ل) فى الصف الثامن الذى هو دقائق فضل
 الوسط والاول
 (٧) د : [فنضع (نب ل)] بدلا من [فأثبتنا هذه الدقائق]
 (٨) د : غير موجود
 (٩) د : وكان
 (١٠) د : وعشرين
 (١١) ب : فى الهامش - وف : د : غير موجود
 (١٢) (فصل فى حساب مسير الكواكب الخمسة فى الطول) : غير موجود فى د ، ما
 (١٣) د : الوسط
 (١٤) ب : فأجزاء
 (١٥) د : اختلافه
 (١٦) فى هامش ب : وذلك هو البعد
 (١٧) د : آخر آخر
 (١٨) د : نلحقه
 (١٩) د : ويزيد

فحيثما يتعدل الطول فيأخذ العدد الذى يعدل ويدخله (١) الجدون وتأخذ (٢) ما بلزائه (٣) فى الصف السادس فإن كان البعد هو البعد (٤) الأوسط فقد أصبنا وإن كان بين الوسط والأوج أخذنا ما بلزائه من الخامس أيضا وعدلناه بالثامن بالنسبة كما علمت مرارا ونقصناه (٥) من الذى للوسط وإن كان أقرب من الخفيض أخذنا ما بلزائه من السابع وعدلناه بالثامن بالنسبة كما علمت مرارا وزدناه على الذى للوسط فما اجتمع فهو التعديل الذى يحسب التدوير فإن كان جزء التدوير دون مائة وثمانين (٦) زدناه على الطول المعدل وإن كان فوق مائة وثمانين (٧) نقصناه من الطول المعدل (٨) ويكون ذلك موضع الكوكب معدلا (٩) .

تمت المقالات التاسعة والعاشر والحادية عشر والحمد لله رب العالمين
وصلى الله على سيدنا محمد وآله الطاهرين (١٠)

(١) د : وتدخل

(٢) د : وتأخذ

(٣) د : من

(٤) (هو البعد) : فى هامش ف

(٥) د : ثم نقصناه

(٦) د : وستين

(٧) ف : قف

(٨) (وإن كان فوق مائة وثمانين نقصناه من الطول المعدل) : فى هامش ب

(٩) د : مقوما

(١٠) ب : تمت المقالات التاسعة والعاشر والحادية عشر وحمد كثيرا - وفى د : تمت المقالة
الحادية عشر وفيها التاسعة والعاشر بحمد لله وحسن توفيقه .

المقالة الثانية عشر

في ما يحتاج إلى تقديمه
في معرفة رجوع الكواكب الخمسة

المقالة الثانية عشرة

في ما يحتاج إلى تقديمه

في معرفة رجوع الكواكب الخمسة (١)

قال إن جماعة من المتقدمين الرياضيين مثل أبلونيوس الذي هو (٢) من أهل برغامس وغيره من (٣) العاملين على أن الاختلاف واحد وهو الذي من قبل الشمس بينوا أنه لو (٤) كان الاختلاف على أصل فلك التدوير يتحرك مركزه على حامل موافق وكان للكوكب عند الأوج مسير إلى المشرق فإنه إذا فصل (٥) الخط الخارج من البصر فلك (٦) التدوير على نسبة تكون نسبة نصف الوتر الذي في فلك التدوير منه إلى باقي الخط وهو ما بين البصر ومحيط التدوير على (٧) نسبة (٨) سرعة التدوير إلى سرعة الكوكب فإن النقطة التي قطعها الخط من التدوير هي الحد الذي عنده الوقوف وإذا جازه (٩) الكوكب إلى الحضيض كان راجعا قال وإن كان ذلك بأصل الخروج (١٠) فذلك (١١) إنما يقدر ويكون له وجه إذا (١٢) فرض للعلوية (١٣) فقط التي يجوز لها أن تبعد عن الشمس كل البعد وأما السفلية فليس لها ذلك قالوا فحينئذ إذا كان مركز الخارج يتحرك حول مركز البروج كحركة

(١) المقالة الثانية عشر في ما يحتاج إلى تقديمه في معرفة رجوع الكواكب الخمسة : غير

موجود في د

(٢) د : غير موجود

(٣) د : غير موجود

(٤) د ، ف : إذا

(٥) د : اتصل

(٦) د : إلى فلك

(٧) د : غير موجود

(٨) د : كنسبة

(٩) د : جاوزه

(١٠) د : الخروج وحده

(١١) د : وذلك

(١٢) د : غير موجود

(١٣) د : الكواكب العلوية

الشمس أعنى كوسط الكوكب^(١) واختلافه وكان الكوكب يتحرك على الخارج حركة اختلافه على السرعة فإذا جاز خط^(٢) ما^(٣) على^(٤) البصر ينتهى إلى الخارج^(٥) مجازا بحيث تكون نسبة نصف الخط بأسره إلى أصغر قسميه المقصولين بالبصر وهو مركز البروج كنسبة سرعة الخارج إلى سرعة الكوكب كان موضع الخط هو حد الوقوف فإذا جازه إلى الحضيض رؤى^(٦) راجعا قال^(٧) والفرق بين الاعتبارين أنه^(٨) فى أصل التلويز كانت النسبة مفصلة وكان نسبة نصف الوتر إلى جميع الخارج من الدائرة وفى^(٩) أصل الخروج النسبة مركبة والنسبة نسبة نصف الخط كله إلى طائفة منه وهو أقصر القسمين المفروضين^(١٠) فيه بالبصر^(*) قال وهم بينوا^(١١) هذا المعنى بطريق ونحن بينه بطريق أسهل من طريقهم يستمر فى أصل^(١٢) التلويز والخارج يريد^(١٣) أن يبين أن نسبة أقرب البعد إلى أبعد البعد للكوكب على أصل التلويز قد

(١) د : الكواكب

(٢) د : الخط

(٣) د : هن

(٤) فى هامش ب : فى الجهتين - وفى د : الخارج فى الجهتين

(٥) د : د رى

(٦) د : غير موجود

(٧) ب ، د : أن

(٨) د : من

(٩) فى هامش ب - المتفرقين - وفى د : المفترضين

(١٠) نظرية رجوع الكواكب :

(١) فى حالة فلك التلويز إذا كانت $\frac{\text{نصف جزء خط البصر الواقع دخل فلك التلويز}}{\text{سرعة التلويز}} = \frac{\text{نصف خط البصر الواقع دخل فلك التلويز}}{\text{سرعة الكوكب}}$ باقى الخط

فإن موضع الكوكب حيثئذ يكون موضع وقوف ، والقوس بين ذلك الموضع والحضيض يكون فيها الكوكب راجعا

(ب) فى حالة الفلك الخارج المركز للكواكب العلوية إذ كانت

$\frac{\text{نصف خط البصر}}{\text{أصغر جزئه}} = \frac{\text{سرعة الخارج المركز}}{\text{سرعة الكوكب}}$

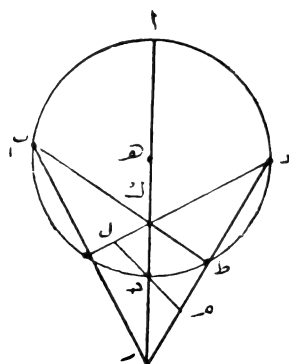
كان ذلك موضع وقوف للكوكب ، والقوس بينه وبين الحضيض يكون فيها الكوكب راجعا ولبرهان ذلك بدأ ابن سينا بعدة مقدمات .

(١١) د : غير واضح

(١٢) د : أصل

(١٣) د : فريد

يكون كنسبة أقرب البعد إلى أبعد البعد في أصل الخارج فليكن $ا ب ح د$ (١) فلك التدوير على $هـ$ و: $ر$ مركز البروج وخرج $ر ح$ إلى $ب$ و: $ر ط$ إلى $د$ و: $ط ح$ مثل $ح ح$ ولنصل $د ا$ ، $د ح$ ، $د ب$ $ط$ (٢) يتقاطعان على $ك$ (٣) ونخرج من $ح$ خط $م ح ل$ (٤) موازيا ل: $د ا$ فيكون عمودا على $د ح$ لأن زاوية $ا د ح$ الواقعة في نصف الدائرة هي قائمة فلأن زاويتي $د اللتين$ على قوسى $ط ح$ ، $ح ح$ المتساويتين متساويتان وزاويتي (٥) $ح قائمتين$ (٦) تكون $ح ل$ ، $ج م$ متساويتين (٧) ونسبة خط



شكل (١٥٧)

ا د إلى $م ح$ (٨) أعنى $ح ل$ كنسبة $ار$ إلى $ح ر$ ونسبة $اد$ إلى $ح ل$ ك: $ا ك$ إلى $ك ح$ لأن المثلثين متشابهان لتوازي القاعدتين وتساوى (٩) المقاطعتين (١٠) فلإذن نسبة

-
- (١) $د : ا ب ح$
 - (٢) $د : د ا ، د ح ، ب ط$
 - (٣) (يتقاطعان على $ك$) : غير موجود في $د$
 - (٤) $د : م ح ل$
 - (٥) $د : زاوية$
 - (٦) $د : قائمة - وفي ف : قائمتان$
 - (٧) $ب ، د : متساويتان - وفي ف : متساويتين$
 - (٨) $د : م ح - وفي ف : ب ح$
 - (٩) $د : وتساوى$
 - (١٠) $د : المقاطعتين - وفي ف : المقاطعتين$

ا ر (١) إلى ر ح (٢) مثل نسبة (٣) ا ك إلى ك ح وإن وضع دائرة ا ب ح د (٤) خارج المركز عن ك الذى (٥) هو (٦) مركز البروج فين أنه يكون حينئذ نسبة ا ر (٧) إلى ر ح فى أصل التدوير كنسبة ا ك إلى ك ح فى أصل الخروج وهذا الشكل مشترك للأمرين فإذا نسبة الأبعاد على ماقلنا (*). ويقول أيضا إن نسبة

(١) ف : ا د

(٢) ف : د ح

(٣) د : غير موجود

(٤) د : ا ب ح

(٥) د : ا ب

(٦) د : هـ

(٧) د : ا ن

(٥) مقدمة ا :

أقرب بعد للكوكب = نسبة ثابتة سواء اعتبرنا نظرية التدوير أو الخارج
أبعد بعد له

البرهان

فى شكل (١٥٧) نفرض ا ب ح د فلك التدوير ومركزه نقطة هـ ، ومركز البروج نقطة ر نرسم المستقيم ر ح ا ليقطع محيط التدوير فى المضيض نقطة ح والأوج نقطة ا . وناخذ نقطتا ط ، ح على محيط التدوير بحيث يكون ط ح = ح د ثم نصل ر ط ونعده ليقطع التدوير فى نقطة د وكذلك نصل ر ح ليقطعه فى نقطة ب ، ثم نصل ط ب ، ح د فيقاطعا فى ك . وأخيرا نرسم للمستقيم م ح ل يوازى دا و يقطع ر ط فى م ، د ح فى ل

∴ م ح ل يوازى المستقيم دا

∴ فهو عمودى على المستقيم د ح

∴ زاوية د ح م = د ح ل = ٩٠°

وفى المثلثين د ح م ، د ح ل :

زاوية د ح م = د ح ل = ٩٠° ، زاوية م د ح = ل د ح ، الضلع د ح مشترك

∴ ينطبق المثلثان ويترج أن م ح = ل ح

وفى المثلث ر د ا حيث م ح يوازى دا :

$$\frac{ار}{ر ح} = \frac{اد}{م ح}$$

$$\therefore \frac{ار}{ر ح} = \frac{اد}{ل ح}$$

وفى المثلثين ا د ك ، ح ل ك :

زاوية ا ك د = ح ك ل ، زاوية د = ل (لان ا د يوازى ل ح) .

در (١) إلى ر ط كنسبة ب ك إلى ك ط وليكن الشكل ذلك بعينه ولنصل د ن ب (٢)
فلأن قوس د أ ب (٣) منصفة (٤) بالقطر ف : د ب عمود على القطر وليكن س ط
مواريا (٥) أ : د ب (٦) ونسبة د ن أعني ن ب إلى س ط كنسبة در إلى ر ط
وكنسبة ب ك إلى ك ط لأن المثلثين متشابهان (**) فإذاً بالتركيب (٧) نسبة

∴ المثلثان متشابهان ويستج أن :

$$\frac{ا د}{د ك} = \frac{ا ك}{ك ر}$$

$$\therefore \frac{ا ر}{ر ك} = \frac{ا ك}{ك ر} \text{ وهو المطلوب}$$

(١) د : د : و ر (٢) د : و ب

(٣) د : غير واضح (٤) د : منتصف

(٥) ب : مواز - وف : د : موازى

(٦) د : د ب

(٥٥) مقدمة (٢) :

$$\frac{د ر}{ر ط} = \frac{ب ك}{ك ط}$$

البرهان

في شكل (١٥٨) المشابه لشكل (١٥٧) نصل د ب فوق قطع ر ا في ن ، ونرسم س ط موازيا د ب

∴ نقطة ا منتصف القوس د ب

∴ د ب عمود على القطر س ا

وفى المثلث د ن ر :

$$\frac{د ن}{ن ر} = \frac{د ر}{ر ط}$$

لكن المستقيم د ن = ن ب

$$\therefore \frac{ن ب}{س ط} = \frac{د ر}{ر ط}$$

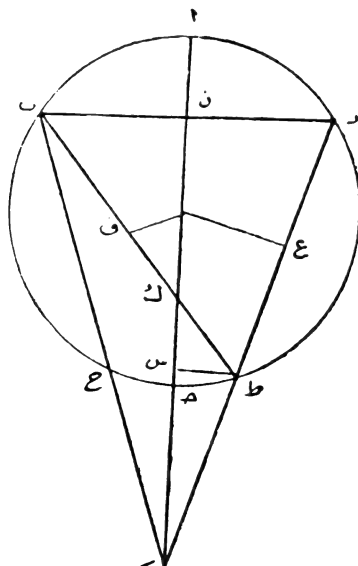
لكن المثلثان ن ب ك ، س ط ك متشابهان

$$\therefore \frac{ن ب}{س ط} = \frac{ب ك}{ك ط}$$

$$\therefore \frac{د ر}{ر ط} = \frac{ب ك}{ك ط} \text{ وهو المطلوب}$$

(٧) د : غير موجود

در (۱) ، ر ط إلى ر ط مثل نسبة (۲) ب ط إلى (۳) ك ط (۴) ولنخرج عمودى ه ع ، ه ف من المركز على د ط ، ب ط (۵) وننصف (۶) خط (۷) د ط (۸) فإذا أضيف إلى ع ط - ر ط (۹) غير مكرر حتى كان ع ر وجعل مقدما كان نصف المقدم الذى كان هو جـ لـ مـ در (۱۰) مرة و : ر ط مرتين وكان أضيف ك ط إلى ب ط (۱۱)



شكل (۱۵۸)

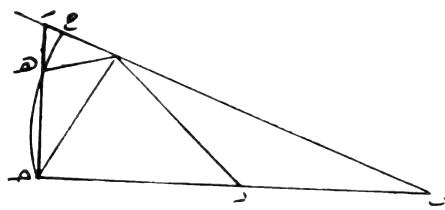
غير مكرر فيكون بإزاء المقدم الأول وهو د ط (۱۲) مرة (۱۳) و : ر ط مرتين خط

- | | |
|-------------------|--|
| (۱) د : و ر | (۲) د : غير موجود |
| (۳) د : غير موجود | (۴) د : غير موجود |
| (۵) د : ب ط ، ب ط | (۶) د : ويتنصف |
| (۷) د : و ط | (۸) في هاش ب : ب ط - و في د : ب ط |
| (۹) د : ن ط | (۱۰) ب : (ر ط) وفوقها (د ر) - و في د : و ن |
| (۱۱) ف : ر ط | (۱۲) ب : (د ط) وفوقها (د ر) - و في د : و ر |
| (۱۳) ف : في الهاش | |

ب ط وهو (١) المقدم الثاني وقد ينصف على ف فكان (٢) نصفه خط ف ط (٣)
 فيكون نسبة نصف المقدم الأول إلى الباقي بأسره كنسبة نصف المقدم الثاني إلى الباقي
 بأسره وهو (٤) نسبة (٥) ر ع الذي هو نصف د ر (٦) ، ر ط إلى ر ط (٧)
 كنسبة ف ط (٨) الذي هو نصف ب ط (٩) إلى ك ط فإذا فصل ثانيًا صارت (١٠)
 نسبة ع ط إلى ط ر كنسبة (١١) ف ط (١٢) إلى ك ط فإذا كان خط ع ر أخرج
 إخراجًا يكون نسبة ع ط إلى ط ر كنسبة سرعة التلوير إلى سرعة الكوكب فيكون (١٣)
 ف ط ، ك ط في الخارج على تلك النسبة بعينها ولأن نسبة سرعة تلك التلوير إلى سرعة
 الكوكب هي (١٤) نسبة الوسط في الطول إلى الوسط في الاختلاف فينبغي أن يكون
 نسبة ع ط ، ط ر مفصلة ولأن نسبة الخارج المركز إلى الكوكب كنسبة (١٥) مسير
 الشمس إلى مسير الكوكب ومسير الشمس هو مثل الطول والاختلاف (١٦)
 مجموعين (١٧) فينبغي أن يكون إذن ف ط : ط ك (١٨) بالتركيب وإذا (١٩) عرف
 هذا فلنبين أن الخطين المذكورين في التلوير والخارج إذا كانا على ما ذكرنا فعلا حد

-
- (١) د : هو
 (٢) د : غير موجود
 (٣) د : غير موجود
 (٤) د : غير موجود
 (٥) د : فنسبة
 (٦) د : و ر
 (٧) (إلى ر ط) : غير موجود في ف
 (٨) د : و ط
 (٩) ف : ر ط
 (١٠) د : صار
 (١١) في هاشب : ف ك
 (١٢) د : ف ك
 (١٣) د : يكون
 (١٤) ب ، د : هو
 (١٥) د : نسبة
 (١٦) ب : أو لاختلاف
 (١٧) ف : مجموعين
 (١٨) د : معطيات
 (١٩) د : وإذا

الوقوف فلنقدم له مقدمة (١) قدمها أبلونيوس وهو أن نسبة القسم المفصول (٢) من أطول أضلاع المثلث إذا لم يكن ذلك القسم أصغر من الضلع الذي ينصل به إلى القسم الباقي منه أعظم من نسبة الزاوية التي تلي القسم الباقي إلى الزاوية التي تلي (٣) المفصول (٤) مثاله مثلث abc و: $b > a$ أطول أضلاعه و: $c > a$ المفصول بخط d ليس بأصغر

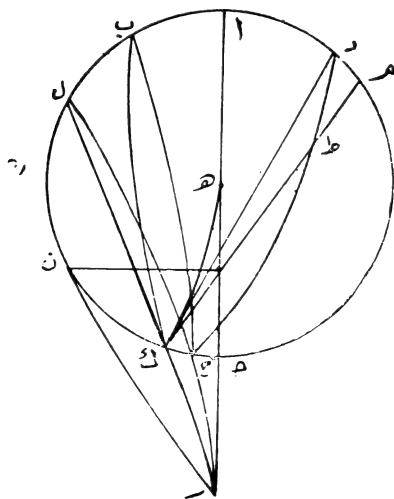


شکل (۱۵۹)

من ا ح (٥) فنسبة ح د (٦) إلى (٧) د ب أعظم من نسبة زاوية اب ح (٨) إلى زاوية (٩) ا ح ب (١٠) برهانه أنه يتم سطح ا د ح ه متوازي الأضلاع ومعلوم أن خطي ب ا ح ه يلتقيان (١١) لأن زاوية ه ح ب مثل الخارجة التي هي أ د ب (١٢) فزاوية ه ح ب وزاوية ب أقل من قائمتين فليلتقيان (١٣) فليتقى (١٤) ب ا ح ه (١٥) على ر فإن رسمت

- (۱) د : مقدا
(۲) ف : المفصول
(۳) د : تليه
(۴) د : غير موجود
(۵) د : ا ح
(۶) د : ح د
(۷) د : غير موجود
(۸) د : ا ب ح
(۹) د : غير موجود
(۱۰) د : ا ح ب
(۱۱) د : غير موجود
(۱۲) ف : ا د ن
(۱۳) د : فيلتقيان
(۱۴) د : ولياتي
(۱۵) د : ب ا ح ه

على ا ويبعد (١) ا هـ (٢) دائرة فليس يجوز أن تقطع ا ح لأن (٣) د ح أعني ا هـ
 ليس بأقصر من ا ب بل إن (٤) كان ولا بد فهو تماس فليماسه وليعمل قوس ح هـ (٥)
 تماس هـ ، ح من مثلث ا هـ ح (٦) فنسبة مثلث ا هـ ر إلى مثلث ا هـ ح أعني سنظر هـ
 إلى خط (٧) هـ ح أعظم من نسبة قطاع هـ ا ح (٨) أعني زاوية ح ا هـ (٩) بل
 ا ب ح إلى قطاع ح ا هـ أعني زاوية ح ا هـ بل زاوية ا ح د لكن نسبة ر هـ . د ح (١٠)
 هي (١١) نسبة (١٢) د د ، د ب لأن كل واحدة منها كنسبة ر ا : ا ب فإذا : نسبة د د :



شكل (١٦٠)

(٢) د : د هـ

(١) د : يبعده

(٣) د : لا

(٤) د : بين السطرين

(٥) د : ح هـ ح

(٦) د : ا ح هـ

(٧) د : غير موجود

(٨) د : ا ح

(٩) د : ط ح

(١٠) د : ر هـ ، د د

(١١) د : مثل

(١٢) د : غير موجود

د ب أعظم من نسبة زاوية ب إلى زاوية ح وكذلك البرهان إن لم يماس القوس ح بل بعد عنه واحتيج أن يخرج ا ح (١) اليه (*) وإذ قد (٢) علم هذا فلتكن دائرة كذلك (٣) الأخرى مشتركة للأمرين على ه وليخرج كذلك ا ه إلى ر يقطعها (٤)

(١) ف : ا د

(٥) مقدمة (٣) :

في المثلث ا ب ح إذ كان ب ح أكبر أضلاعه وقسمته نقطة د إلى قسمين بحيث كان د أكبر من أو يساوى الضلع المجاور له ا ح فإن

$$\frac{\text{ح د}}{\text{د ب}} > \frac{\text{زاوية ا ب ح}}{\text{زاوية ا ح ب}}$$

للبرهان : في شكل (١٥٩) نصل ا د ونرسم المستقيم ا ه يوازي ح د ، والمستقيم ح ه يوازي

ا د فيصبح التشكل ا ه ح د متوازي أضلاع

نمد ب ا ، ح ه ليتقابلتا في نقطة ر

والسبب في تقابلها وعدم توازيها أن زاوية ح ح ب = ا د ب

لكن زاوية ا د ب + ب ح = ١٨٠°

∴ زاوية ح ح ب + ب أقل من ١٨٠°

∴ يلتقي الخطان

نرسم قوسا مركزها نقطة ا ونصف قطرها ا ه

∴ ا ه ح د ح في متوازي الأضلاع

الضلع ح د أكبر من أو يساوى ا ح فرضا

∴ الضلع ا ه أكبر من أو يساوى ا ح

∴ القوس إما أن تمر بنقطة ح أو تقطع امتداد ا ح ولكن لا يمكن أن تقطع ا ح نفسه في الحالة

الأولى التي يمر فيها القوس بنقطة ح نفرض أنه يقطع امتداد ب ا في نقطة ح

$$\frac{\text{مثلث ا ه ر}}{\text{مثلث ا ه ح}} > \frac{\text{زاوية ا ب ح}}{\text{زاوية ا ح ب}}$$

$$\frac{\text{ح د}}{\text{د ب}} > \frac{\text{زاوية ا ب ح}}{\text{زاوية ا ح ب}}$$

$$\text{لكن زاوية ا ح ب} = \text{ا ب ح} : \text{ وزاوية ا ح د} = \text{ا ح د} : \frac{\text{ح د}}{\text{د ب}} = \frac{\text{ر ا}}{\text{ا ب}} = \frac{\text{ح د}}{\text{د ب}}$$

$$\frac{\text{ح د}}{\text{د ب}} > \frac{\text{زاوية ا ب ح}}{\text{زاوية ا ح ب}} \text{ وهو المطلوب}$$

والبرهان في الحالة الثانية التي يقطع فيها القوس امتداد ا ح مشابه لذلك .

(٢) د : غير موجود (٣) ف : غير واضح

(٤) د : مقطع

على ح وليكن نسبة ه ح إلى د ر أعظم من سرعة التدوير إلى سرعة الكوكب ويخرج ر ح ب بحيث تكون نسبة نصف ب ح (١) إلى ر ح كنسبة سرعة التدوير إلى سرعة الكوكب ويفصل أ د مثل ا ب ولنصل د ح بقاطع ا ر على ط على أنه مركز البروج في أصل الخروج وعلى أن نسبة نصف د ح إلى ط ح كنسبة سرعة الخارج إلى سرعة الكوكب وذلك موجود بما علمت فنقول إن في كليهما قد (+) ينحيل إلينا أن الكوكب مقيم واقف وذلك إذا كان عند ح وأن القوس التي تلي الحضيض من نقطة ح هي قوس رجوع وتأخر وما إلى الأوج هو قوس استقامة وتقدم فليفصل قوس ك ح أولاً إلى جهة الأول ولنصل ر ك ل ، ك ط م ، ب ك (٢) ، د ك ، ه د ، ه ك ، ه ح وبين بالشكل المتقدم أن نسبة ب ح إلى ح ر أعظم من نسبة زاوية ح ر ك (٣) إلى زاوية ح ب ك فنسبة نصف ب ح إلى ح ر أعظم من نسبة زاوية ح ر ك وهي سرعة التدوير إلى ضعف ح ب ك أعنى ح ه ك وهي سرعة الكوكب فينبى أن تلك النسبة أعظم من نسبة سرعة التدوير إلى سرعة الكوكب فليكن مثل نسبة ح ر ن (٤) إلى ح ه ك حتى يكون ح ر ن (٥) أعظم من ح ر ك (٦) فإذا ن في زمان سواد تحرك الكوكب زاوية ك ه ح إلى المغرب وفلك التدوير بمقابلتها زاوية ح ر ن إلى المشرق فانقل بذن الكوكب بالرؤية زاوية ح ر ن وهي أكبر من زاويته الراجعة أعنى ك ر ح بزاوية ك ر ن وهي الزاوية التي يرى أن الكوكب قطعها في تلك المدة إلى المشرق وأما في أصل الخروج فإذا ركبتنا كانت نسبة ب ر إلى ر ح أعظم من نسبة زاويتي ح ر ك (٧) ، ح ب ك مجموعتين أعنى ب ك ل الخارجة إلى زاوية ح ب ك وزاوية ب ك ل مثل زاوية د ك م لأن ح ط ك أكبر (٨) دائماً من زاوية ح ه ك التي هي الوسط وزيادتها عليها بالمتعديين فزاوية ح ط ك مساوية لزاوية الوسط والتعديل دائماً وهي خارجة أيضاً مساوية لزاويتي ط د ك ، ط ك د الداخيتين فتكون

(١) د : ب ح

(٢) ابتداء من هنا حدث خلط في المخطوط د

(٣) ف : ر ك

(٤) ف : ن ك

(٥) ف : ح د ن

(٦) ف : ح ن

(٧) ف : ح د ك

(٨) ب : ح ر ك

(٩) ف : ا ك ن

زاويتا ك د ط ، ط ك د مساويتين للوسط والتعديل يذهب زاوية ط د ك نصف الوسط لأنها على القوس يبقى زاوية د ك م مثل التعايل (١) ونصف الوسط وكانت زاوية ب ك ل مثل التعديل ونصف الوسط الذي هو زاوية م ك المساوية لزاوية ك ب ح فزاويتا ب ك ل ، د ك ل ، د ك م متساويتان وكانت نسبة ب ر إلى رح أعظم من نسبة زاوية ب ك ل إلى زاوية ح ب ك ونسبة ب ر إلى رح نسبة ر ط إلى ط ح ونسبة ب ك ل إلى ح ب ك (٢) نسبة ب ك م إلى ح د كنسبة د ح إلى ط ح أعظم من نسبة زاوية د ك م إلى زاوية ح د ك فيلزم أن يكون نسبة د ح ، ط ح أعظم أيضا من الزاويتين المأخوذتين بالتركيب و: ح ه ك ضعف زاوية د كنسبة زاوية د ك م إلى ك ه ح كنسبة نصف د ك م إلى ك د ح ويقابلها نسبة نصف د ح إلى ح ط ولنجرى (٣) الأحكام على المقابلة فتكون نسبة نصف د ح إلى ط ح أعظم من نسبة زاوية د ك م إلى ك ه ح فهو أعظم من نسبة سرعة الخارج إلى سرعة الكوكب فليكن ذلك مثل زاوية ح ط ن إلى ح ه ك فقد ظهر أيضا أن لا رجوع لها هنا (*). وليقع خط ل ك ر بدل وقوع خط (٤) ب ح ر

(١) في هامش ب : الذي هو زاوية ح ب ك وزاوية ح ر ك المساويتان لزاوية ل ك ب

(٢) ف : ب ح ك

(٣) ف : ولنجرى

(٤) (ل ك ر بدل وقوع خط) : غير موجود في ف.

(٥) برهان نظرية رجوع الكواكب

شكل (١٦٠) يشتمل على برهان النظرية في الحالتين - حالة فلك التدوير وحالة الخارج المركز . في هذا الشكل نفرض فلك التدوير مركزه نقطة ه ، ومركز البروج نقطة ر (لحالة الأولى)

نصل ا ه ر فيقطع الدائرة في نقطة ح حيث :

$$\frac{ه ر}{ح ر} = \frac{\text{سرعة التدوير}}{\text{سرعة الكوكب}}$$

ونرسم القاطع ر ح ب بحيث يكون :

$$\frac{\text{نصف ب ح}}{\text{ر ح}} = \frac{\text{سرعة التدوير}}{\text{سرعة الكوكب}}$$

والمطلوب إثبات أن نقطة ح هي موضع وقوف الكوكب

وفي نفس الشكل نفرض الدائرة التي مركزها نقطة ه هي الخارج المركز ، وأن ط مركز البروج

(لحالة الثانية) نرسم النوتر د ط ح بحيث يكون .

$$\frac{\text{نصف د ح}}{\text{ط ح}} = \frac{\text{سرعة الخارج}}{\text{سرعة الكوكب}}$$

والمطلوب أيضا إثبات أن نقطة ح هي موضع وقوف الكوكب

ولنفصل قوس ح ك إلى الحضيض خلاف الفضل الأول من مقطع الخط حتى تكون
نسبة ز ف ل ك إلى ك ر كنسبة سرعة التدوير إلى سرعة الكوكب فنصل ل ح ، ر ك

نأخذ نقطة ك إلى جانب ح جهة الأوج

∴ ب ح اكبر من ب ك

وباستخدام مقدمة (٢) نجد :

$$\frac{\text{ب ح}}{\text{ح ر}} = \frac{\text{اكبر من زاوية ح ر ك}}{\text{زاوية ح ب ك}}$$

$$\therefore \frac{\text{تصف ب ح}}{\text{ح ر}} = \frac{\text{اكبر من زاوية ح ر ك}}{\text{ضعف زاوية ح ب ك}}$$

$$\therefore \frac{\text{نصف ب ح}}{\text{ح ر}} = \frac{\text{اكبر من زاوية ح ه ك}}{\text{زاوية ح ه ك}}$$

لكن زاوية ح ر ك = سرعة التدوير ، وزاوية ه ك = سرعة الكوكب

$$\therefore \frac{\text{نصف ب ح}}{\text{ح ر}} = \frac{\text{اكبر من سرعة التدوير}}{\text{سرعة الكوكب}}$$

لذلك نأخذ زاوية ح ر ن اكبر من زاوية ح ر ك بحيث يكون

$$\frac{\text{نصف ب ح}}{\text{ح ر}} = \frac{\text{زاوية ح ر ن}}{\text{زاوية ح ه ك}}$$

∴ يكون الكوكب في نفس الفترة قد تحرك في الحقيقة ناحية المغرب زاوية ك ر ح بينما تحرك

فلك التدوير إلى المشرق زاوية مقدارها ح ر ن - ك ر ح = ك ر ن

∴ لا يوجد رجوع في هذا الموقع

أما في حالة الخارج المتركز فنجد من العلاقة :

$$\frac{\text{ب ح}}{\text{ح ر}} = \frac{\text{اكبر من زاوية ح ر ك}}{\text{زاوية ح ب ك}} \quad \text{أن}$$

$$\frac{\text{ب ح} + \text{ح ر}}{\text{ح ر}} = \frac{\text{اكبر من زاوية ح ر ك} + \text{ح ب ك}}{\text{ح ب ك}}$$

$$\therefore \frac{\text{ب ر}}{\text{ح ر}} = \frac{\text{اكبر من زاوية ب ك ل}}{\text{زاوية ح ب ك}}$$

لكن زاوية ب ك ل = د ك م ، ولأن زاوية ب ك ل خارجة عن المثلث ر ب ك

∴ ب ك ل = ح ب ك + ح ر ك

لكن زاوية ح ب ك = $\frac{1}{4}$ ح ه ك = $\frac{1}{4}$ زاوية الوسط

وزاوية ح ر ك = التعديل

∴ زاوية ر ب ك = التعديل + $\frac{1}{4}$ الوسط

وكذلك زاوية ح ط ك اكبر من ح ه ك أي اكبر من التعديل دائماً

لا محالة أطول من ر ح ونسبة ل ك الأصغر إلى ك ر الأعظم أصغر من نسبة زاوية ح ر ك إلى زاوية ح ل ك وبالتفصيل نسبة نصف ل ك إلى ك ر (١) أصغر من نسبة زاوية ح ر ك إلى ضعف ح ل ك أعني ح ه ك فليكن كنسبته (٢) إلى أصغر من ح ه ك فيرى إذن راجعا وتبين (٣) من هذا أنه إذا كانت نسبة ه ه إلى

وزاوية ح ط ك = التعديل + الوسط

لكن ح ط ك خارجة عن اثلاث ط د ك

∴ ح ط ك = ط د ك + ط ك د

∴ ط د ك + ط ك د = التعديل + الوسط

لكن زاوية ط د ك المخرطة = $\frac{1}{4}$ ح ه ك = $\frac{1}{4}$ الوسط

∴ زاوية ط د ك = التعديل + $\frac{1}{4}$ الوسط وهي د ك م

∴ زاوية ب ك ل = د ك م

∴ $\frac{\text{ب ر}}{\text{ح ر}}$ اكبر من $\frac{\text{زاوية د ك م}}{\text{زاوية ح ب ك}}$

أى اكبر من $\frac{\text{زاوية د ك م}}{\text{زاوية ح د ك}}$

لكن $\frac{\text{ب د}}{\text{ر ح}} = \frac{\text{د ح}}{\text{ط ح}}$

∴ $\frac{\text{د ح}}{\text{ط ح}}$ اكبر من $\frac{\text{زاوية د ك م}}{\text{زاوية ح د ك}}$

∴ $\frac{\text{نصف د ح}}{\text{ط ح}} \leq \frac{\text{زاوية د ك م}}{\text{ضعف ح د ك}}$ أى اكبر من $\frac{\text{زاوية د ك م}}{\text{زاوية ح ه ك}}$

∴ $\frac{\text{نصف د ح}}{\text{ط ح}}$ اكبر من $\frac{\text{سرعة الخارج}}{\text{سرعة الكوكب}}$

∴ نأخذ نقطة ن ناحية الأوج

∴ زاوية ح ط ن اكبر من ح ط ك اكبر من د ك م

ويمكن أن نختار نقطة ن بحيث $\frac{\text{نصف د ح}}{\text{ط ح}} = \frac{\text{زاوية ح ط ن}}{\text{ح ه ك}}$

∴ نجد أيضاً أنه لا يوجد رجوع في هذا الموقع

(١) ب : ك د

(٢) ف : كندية

(٣) ف : وبين

فصل

في معرفة رجوعات الكواكب الخمسة

والآن فيجب أن نبين مقدار المير الذي يكون فيه الرجوع لكوكب كوكب ولترسم أولا شكلا (+) مشتركا فإن بطلدوس قد أورد لكل كوكب وفي كل بعد من أبعاده الثلاثة شكلا مكررا ونحن نكتفي بشكل واحد^(١)، فليكن الفلك الحامل أب ومركز البصر ح ونخرجه إلى مركز التدوير إلى محيطه عند د وليكن ح د أي الأبعاد شتتا وعلى تدوير ه ر ح ولنخرج ح ر ه على أن نسبة ح ر إلى ر ط نصف ر ه^(٢) حيث يقع عليه عمود ا ط نسبة سرعة التدوير إلى سرعة الكوكب^(٣) فلأن ا ح ، ا د معلوم في كل كوكب وفي كل بعد فجميع ح د معلوم وأيضا ح ح معلوم ف : ح د^(٤) في ح ح معلوم أعني ه ح^(٥) في ر ح^(٦) لكن نسبة ط ر إلى ر ج أعني نسبة سرعة التدوير إلى سرعة الكوكب معلومة^(٧) وكذلك^(٨) نسبة ه ر ضعف ط ر إلى ر ح^(٩) معلومة^(١٠) وجميع نسبة ج ه إلى ج ر معلوم ف : ه ح ، ح ر^(١١) مجهولان^(١٢) معلوما النسبة لكنهما معلوما المربع فهما معلومان ولأن ا ر ، ر ط معلومان و : ط قائمة فمثل ا ر ط معلوم ولأن ا ح ، ا ط^(١٣) معلوم فجميع الزويا معلومة ف : ا ح ط^(١٤) وهي^(١٥)

فيكون الكوكب قد تحرك نحو المذهب . زاوية ح ر ك بينها تحرك التدوير نحو المشرق زاوية ن د ح أي أنه بالرؤية تحرك الكوكب حركة رجوع قدرها زاوية ح ر ك - زاوية ن د ح وبالمثل في حالة خارج المركز .

(+) نهاية الخزم غير الموجود في المخطوط

(١) د : غير موجود .

(٢) د : غير موجود

(٣) الصحيح هو العكس أي نسبة سرعة الكوكب إلى سرعة التدوير .

(٤) ف : [ف : د ح]

(٥) د ، ف : ه ر

(٦) [ف ر ح] : غير موجود في د - وفي ف : ر ح

(٧) د : معلوم

(٨) د : مكرر

(٩) ف : ر ح

(١٠) د : معلوم

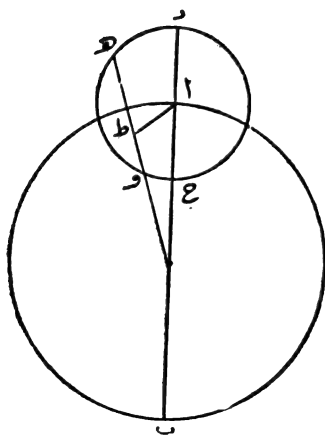
(١١) د : [ف : ه ، ح ر]

(١٢) د : ا ح ، ح ط

(١٣) د : [و : ا ح ط]

(١٤) د : وهو

زاوية التعديل و : راح وهي (١) زاوية الاختلاف الباقية بعد (٢) ر ا ط من ط ا ح (٣) معلومة وضعف كل واحدة من الزاويتين معلوم وهو زاوية كمال الرجوع



شكل (١٦٢)

أما ضعف ح فبالرؤية (٤) وأما ضعف ر ا ح فبالسير في الاختلاف عند الرجوع لو كان فلك التدوير ساكنا أما في الأبعاد الوسطى حيث لا يكون تعديل معتد به فإنه لا يحتاج فيه بعد بيان هذا الشكل إلا إلى علم شيء واحد وهو أن زاوية ر ح ليست هي زاوية ما بين الوقوف (٥) في وسط (٦) زمان الرجوع الذي هو طرف الليل بل زاوية دونها وذلك أنها إنما كانت تكون تلك الزاوية لو كان فلك التدوير لا يتحرك (٧) البتة لكن فلك التدوير متحرك وإلى أن يقطع الكوكب قوس ر ح إلى المغرب يكون قد سار فلك

(١) د : وهو

(٢) د : مكور

(٣) د : ط ا و وفي ف : : د ا ح

(٤) ف : فبالزاوية

(٥) د : غير موجود

(٦) د : ووسط

(٧) ف : لا يحرك

التدوير على ما توجهه النسبة بين المسيرين (١) إلى المشرق (*) وهذه النسبة في كوكب زحل إذا أخذ على الوسط هي (٢) نسبة (١) إلى (٢ كج كه مو) (٣) فيجب على هذه النسبة (٤) أن يكون الكوكب إذا سار قوس رح وهي (٥)

(١) د : التيرين

(٥) تبين فترة رجوع الكوكب أو زاوية سيره أثناء الرجوع :
في شكل (١٦٢) ليكن ا ب هو الفلك الحامل للتدوير ، ونقطة ج مركز البصر ، ه رح التدوير مركزه نقطة ا .

نصل ب - ا فيقطع التدوير في نقطتي ح ، د ونرسم القاطع ح - د بحيث يكون

$$\frac{\frac{1}{4} ر ه}{ح - د} = \frac{\text{سرعة التدوير}}{\text{سرعة الكوكب}}$$

فتكون نقطة ر هي نقطة وقوف ويكون زاوية الرجوع هي ضعف زاوية ر - ح بالرؤية وضمف زاوية ر ا ح بالمسير في الاختلاف

١٠٠° ، ا د ضلعان معلومان

∴ كلا من ح - د ، ح معلوم

لكن د - ح × ح = ا × ر - ح

∴ ه × ر - ح = كمية معلومة

$$\text{ولكن } \frac{\frac{1}{4} ر ه}{ح - د} = \frac{\text{سرعة التدوير}}{\text{سرعة الكوكب}} = \text{كثية معلومة}$$

$$\frac{ه}{ح - د} = \text{نسبة معلومة}$$

$$\frac{ه}{ح - د} = \frac{ه + ر - ر + ح - د}{ح - د} = \frac{ه + ر - ح + د}{ح - د} = \text{معلومة}$$

∴ كلا من ه - ح ، ح - د معلوم

في المثلث ا ر ط :

زاوية ط = ٩٠° ، ا ر معلوم ، ر ط = $\frac{1}{4} ر ه$ معلوم

∴ يمكن أن نعلم ط و زاوية ر ا ط

وفي المثلث ح ا ط :

زاوية ط = ٩٠° ، الضلعان ا ح ، ا ط معلومان

∴ نستطيع تعيين زاويتي ا ح ط ، ح ا ط

أي زاويتي ا ح ط ، ر ا ح التي تساوي ح ط - ر ط - ر ط

وضعف الزاويتين هو مسير الرجوع المطلوب إذا كان فلك التدوير ساكنا ولذلك يجب أن نأخذ في احساب حركة فلك التدوير خلال تلك الفترة .

(٣) د : كج لو او

(٢) د : هو

(٥) د : وهي نسبة

(٤) (حل هذه النسبة) : غير موجود في د

(سه نب يب) (١) أن (٢) يكون مركز التدوير قد سار (٣) (بط) (٤)
 فينقص ذلك من زاوية ح وهي (٥ نرى) (٥) فيبقى (ح ل ح ي) (٦) فهذا يكون
 للوسط وأما في سائر الأبعاد فإن الأمر المرتى يخالف فيها الوسط فلا يكون الاختلاف
 المرتى هو الاختلاف الوسط (٧) بالقياس إلى أوج التدوير ولا يكون الطول المرتى هو
 الطول الوسط فإن زوال التدوير عن الأوج الوسط (٨) حركة تكون بالمرتى أقل
 وعند (٩) الحضيض بالخلاف فيحتاج هناك إلى تعديل الطول (١٠) وتعديل الاختلاف (١١)
 وتعديل الزاوية (١٢) التي هي ح عما يوجب أن ينقص منها أقل أو أكثر من موجب حركة
 المركز التي هي (ب بط) حتى إذا حصلت النسبة بين (١٣) الطول المرتى والاختلاف
 المرتى وحصلت معدل التقصان (١٤) من الزاوية كان ما يبقى لك محصلا وهو من الإقامة
 إلى نصف الرجوع أي إلى مقاطرة الشمس وإذا حصلت ذلك حصل (١٥) ضمه وهو
 قوس الرجوع المعدل وحصلت زمانه فتجد الحساب يخرج لك في زحل أما في البعد
 الأوسط حيث لا يحتاج إلى تعديل (سه نب يب) (١٦) وزاوية ح (٥ نرى) (١٧)
 وحركة المركز بإزاء قوس رح (ب بط) (١٨) ينقص ذلك من زاوية ح تبقى
 (ح ل ح ي) (١٩) والمدة التي يتحرك فيها التدوير (ب بط) هي (٢٠) (سط) يوما

-
- (١) د : يب يب - وف ف : سه يب يب
 (٢) د : لا
 (٣) د : سارت
 (٤) ف : ب بط
 (٥) ف : ٥ يرى
 (٦) د : ح مح ي
 (٧) (فلا يكون الاختلاف المرتى هو الاختلاف الوسط) : غير موجود في ف
 (٨) د : بالوسط
 (٩) د : د : د
 (١٠) د : الطول
 (١١) د : الاختلاف
 (١٢) د : للزاوية
 (١٣) ف : من
 (١٤) د : التقصان
 (١٥) (ذلك حصل) : غير موجود في د
 (١٦) د : غير واضح - وف ف : سه يب يب
 (١٧) ف : ٥ يرى
 (١٨) ف : (رح ب بط) بدلا من [رح (ب بط)]
 (١٩) د : ح مح ي
 (٢٠) د : هو

على التقريب وضعفها (قلع)^(١) (وأما في البعد الأبعد فإن رح يخرج (سر به ير) وهو معدل ب و و^(٢) وتكون زاوية ج مبلغها (هـ ل ح يا) فإذا نقص منها ذلك بقي (ج لب هـ)^(٤) ويكثر ما يصيب الواحد إذا زال المركز عن الأوج من تفاوت التعديل قريب من (ح و ل)^(٥) وتكون نسبة المرتى من الطول إلى المرتى من الاختلاف ليست تلك^(٦) النسبة بل نسبة (ح نحل)^(٧) إلى (كح لب يو) والأيام (ع ك)^(٨) وعلى أن زوال المركز عن الأوج والحضيض هذا القدر لا يوجب تعديلا يعتد به بل يكون كالمنطبق عليه بعد^(٩) وأما عند الحضيض فإن النسبة تصبح نسبة (ا رك) إلى (كح ل ح كو)^(١٠) ويكون التفاوت التعديلي^(١١) بحسب جزء واحد^(١٢) (ا رك)^(١٣) ويكون قوس رح (سد كاي)^(١٤) وتكون زاوية ح (و يب لج) وما يجب أن ينقص (ب الح كح)^(١٥) ونصف الرجوع المعدل وهو الباقي بعد النقصان (ج ل ط هـ) والأيام (سح) وأما^(١٦) في المشترى في البعد^(١٧) الأوسط فإن رح يكون (ند كالح)^(١٨) وزاوية ج (ط نر لب)^(١٩) والنقصان^(٢٠)

-
- (١) د : قيج - وفي ف : فلع
(٢) في هامش ب : ب يط - وفي د : ب يط
(٣) د : بقيت
(٤) د : ح ل ط •
(٥) د ، ف : هـ و ل
(٦) ف : وليست
(٧) د : ح يه ل - وفي ف : هـ يه ل
(٨) د : يح
(٩) ب : بين السطرين
(١٠) د : كح ل ح و
(١١) د : للتعديل
(١٢) في هامش ب : ا • ك
(١٣) د : هـ رك
(١٤) د : س د ياي
(١٥) د : ب لب كح وفي ف : و ل ح كح
(١٦) د : أما
(١٧) ب : في الهامش
(١٨) د ، ف : يد كالح
(١٩) ف : ط ير اب
(٢٠) ب : والنقصان

(٥١ كلم) (١) والباقي (د نوح) (٢) والمدة (س) يوما ونصف ونسبة السرعة إلى السرعة نسبة (١) إلى (ى نا كط) (٣) وأما في (٤) البعد (٥) الأبعد فالتعديل للجزء الواحد (ح حى) (٦) والنسبة نسبة (ح ن ند) (٧) إلى (ى نولط) (٨) وقوس رح (نه نه ا) (٩) وزاوية ح (ط له يب) والنقصان المعدل (د م له) والباقي (د ند لر) (١٠) والمدة (س) يوما ونصف وأما عند الحضيض فإن التعديل يكون (٥٥ م) (١١) والنسبة (١٢) نسبة (١٣) (٥١ م) إلى (ى مه مط) (١٤) وقوس رح (بب مع مع) وزاوية (١٥) ج (ى لح م) (١٦) والنقصان المعدل (ه لور) (١٧) والباقي (د ندك) (١٨) والمدة (١٩) (نط) (٢٠) يوما وأما في المريخ في البعد الأوسط فالنسبة تكون نسبة (١) إلى (ه نب نا) (٢١) وقوس رح هي (٢٢) (يون مع) (٢٣)

-
- (١) د : ه ا ك
(٢) د : ى يا ك ط - وفى : ى يا كط
(٤) د : غير موجود
(٥) د : للبعد
(٦) د : ح - ى
(٧) د : يدن - وفى : ه يدن
(٨) ف : ى يولط
(٩) د : نه او ج - وفى : : يه يه ا
(١٠) ف : د يد لر
(١١) د ، ف : ه م
(١٢) د : مكرر
(١٣) د : مكرر
(١٤) د : ى يه مط
(١٥) ب : مشطوبه
(١٦) [ح (ى لح م)] : غير موجود في ب - [(وزاوية ح (ى لح م)] :
غير موجود في د
(١٧) د ، ف : ه كا ك
(١٨) د : قير ك - وفى : د ير ك
(١٩) [والنقصان المعدل (ه لور) والباقي (د ندك) والمدة] : في هامش ب
(٢٠) د : ن كح - وفى : يط
(٢١) د : يب - وفى : ه يب يا
(٢٢) د : هو -
(٢٣) د : لور مع

ورأوية ج هي (ك ر ي و نه)^(١) والنقصان المعدل (ن ط ر ي ح)^(٢) والمدة (لو)
يوماً^(٣) ونصف ونصيب المقدار الذى يقع فيه الرجوع كله ما بين الوقتين^(٤)
تعديل فى الجهتين ناقص وزائد كما تعلم بعشرين دقيقة وأما عند الأوج فالتعديل
(ح ي ك)^(٥) والنسبة نسبة (ح مط م)^(٦) إلى (ا ج يا) وقوس رح (ك ب ي ح مط)^(٧)
وزاوية ح^(٨) (س ب ك ط ي ح)^(٩) والنقصان المعدل (م ر ي ح نا)^(١٠) والمدة أربعون^(١١)
يوماً وأما عند الحضيض فالتعديل (ه ي ب م)^(١٢) والنسبة نسبة (ا ي ب م)^(١٣)
إلى^(١٤) (ح م يا)^(١٥) وقوس رح وهي^(١٦) (يا يا و)^(١٧) وزاوية ج هي^(١٨)
(ك و ط مطم) والنقصان المعدل (ك ل ح م ب) والمدة (ل ب)^(١٩) يوماً وربيع وأما فى
الزهرة^(٢٠) فى البعد الأوسط فالنسبة هي^(٢١) نسبة (ا) إلى (ح ل ر لا)^(٢٢)
وقوس رح هي (ي ب ك د) وزاوية ج هي^(٢٣) (ك ح يد و)^(٢٤) والنقصان

-
- (١) د : ك د ي و نه
(٢) د : ي ط ن ح - وفي ف : ي ط ر ل
(٣) د : غير موجود
(٤) ب ، د : للوقتين
(٥) د : ه ي ك - وفي ف : ه ي ك
(٦) د : ه ي ط م - وفي ف : ه مط م
(٧) ف : ك ب ي ح يط
(٨) د : و
(٩) د : مط ي ح
(١٠) د : ا ي ب م - وفي ف : ا ي ب م
(١١) د : اربعين
(١٢) د : ف : ي ر ي ح كا
(١٣) د : ف : ا ي ب م يا
(١٤) ف : غير موجود
(١٥) د : م - وفي ف : غير موجود
(١٦) د : غير موجود
(١٧) د : يا ما و
(١٨) د : غير موجود
(١٩) د : اثنين
(٢٠) د : غير واضح
(٢١) د : و هو
(٢٢) د : و - وفي ف : ه ل ر لا
(٢٣) د : غير موجود
(٢٤) د : ل ح يد و

(ك له ي ط) والمدة عشرون يوما ونصف وثلاث وزيادة ونقصان التعديل (١)
دقائق وأما عند الأوج فإن التعديل : ح ب ك (٢) والنسبة نسبة (ح نرم) (٣)
إلى (ح لط نا) (٤) وقوس ر ح هي (ند ج مر) (٥) وزاوية ج هي (٦)
(كج لا مو) والنقصان المعدل (د ي ط ك) (٧) والمدة (كا) يوما (٨) ونصف
وأما عند الحضيض فإن التعديل يكون (ح ب ك) (٩) والنسبة نسبة (ا ب ك) إلى
(ح له يا) (١٠) وقوس ر ح هي (١١) (ما مد كد) (١٢) وزاوية ج هي (كر يه مط) (١٣)
والنقصان المعدل (ك ب ل) والمدة (كج) (١٤) يوما وأما لعطارد في البعد الأوسط
فإن النسبة نسبة (ا) إلى (ج ط ح) وقوس (١٥) ر ح هي (١٦) (لدنوب) (١٧)
وزاوية ج هي (١٨) (ير ل خلد) (١٩) والنقصان (يا د نط) (٢٠) والمدة أحد عشر (٢١) يوما
وربع يوم وأما عند الأوج فلنما يكون على أوج الحامل بالحقيقة متى كان الطول المعدل
بعده من الأوج (٢٢) الأول قريبا من أحد عشر جزءا ويكون الذي يه يب هذا من

-
- (١) د : خمس
(٢) د : ه نرم وفي ف : ه يرم
(٣) د ، ف : ه لط نا
(٤) د : يد ك مر
(٥) د : غير موجود
(٦) د : ك ي ط ح - وفي ف : ك ي ط ك
(٧) د : غير موجود
(٨) د : غير موجود - وفي ف : ه ب ك
(٩) د : له ما - وفي ف : ه له يا
(١٠) د : غير موجود
(١١) د ، ف : يا مد كد
(١٢) [وزاوية ح هي (كر يه مط)] : غير موجود في د - وفي ف : كرنه مط
(١٣) د : كج
(١٤) د : والقوس
(١٥) د : غير موجود
(١٦) ف : لد يو سر
(١٧) د : غير موجود
(١٨) د : ير ي كد
(١٩) ف : يا د ي ط
(٢٠) د : وعشرون
(٢١) ف : في المباشر

الأجزاء المستوية (١) (يا) ونصف (٢) فيكون التعديل قريبا من (ح ب ك) (٣)
ف تكون النسبة نسبة (ح ك) (٤) إلى (ج يا كح) وقوس (رح) هي (٥)
(ل ب ن ك) (٦) وزاوية ج (محبوب) والنقصان المعدل (ط مع نا) (٧)
والمدة (ى) يوما ونصف (٨) وأما عند الحضيض وذلك إذا كان بعد الكوكب
(ق ك) (٩) جزءا عن الثلث والتعديل قريب من دقيقة ونصف (١٠)
والنسبة نسبة (ا ا ل) (١١) إلى (ج ر ل ح) وقوس (١٢) رح وهي (١٣)
قوس الاختلاف المرتى (ل ل يه) (١٤) وزاوية ج هي (يط به نح) (١٥) والنقصان
المعدل (يا ل ط ل) (١٦) والمدة (يا) (١٧) يوما ونصف ويجب أن نعلم أن الحساب في
هذه الأشياء إذا أجرى (١٨) على أن النسبة المطلوبة هي نسبة الطول إلى زاوية ر ا ح
ووقف الأمر على ذلك كان فيه ضروب (١٩) من التجوز ولم يكن على حسب الواجب
وذلك لأن زاوية ر ا ح ليست للاختلاف الوسط بل للاختلاف (٢٠) المعدل وإنما يجب

-
- (١) د : المنسوبه
(٢) د : [يا ك] بدلا من [(يا) ونصف]
(٣) د : ه ب ك
(٤) د : ن ر م وفي ف : م ي ر م
(٥) د : غير موجود
(٦) ف : ل ب ب ك
(٧) د : ط مع يا
(٨) د : [ل ا] بدلا من [(ى) يوما ونصف]
(٩) د : مائة وعشرون
(١٠) ف : غير موجود
(١١) د : ا
(١٢) د : والقوس
(١٣) د : وهو
(١٤) د : يه لب يه
(١٥) د : ف : يط يه يح
(١٦) د : يا ي ط ل
(١٧) د : أحد عشر
(١٨) د : جرى
(١٩) د : ضرب
(٢٠) [الوسط بل للاختلاف] : غير موجود في د

أن تطلب (١) نسبة الطول الوسط إلى الاختلاف الوسط حتى تكون النسبة المطلوبة ثم يبنى عليه التعديل وأجود الطرق فيه وأثبتها هو هذا الطريق فإن ماسواه يختلف فيه النسب فإنه لا أصل محفوظا في النسبة بين الوسط والمعدل حتى أن استعمالنا زاوية ح على أنها نصف الرجوع إنما هو على التقريب لا التحقيق إذ لا يتشابه المديري في جنوبي خط ح ح البتة (٢) لكنك تعلم (٣) أن المسيرين في البعد الأوسط من الحامل يتفق فيها الوسط والمعدل وإنما يختلف في غير ذلك فلنفرض المسألة (٤) في المريخ مثلا وقد جرى منا حسابه على أنه إذا كان على (٥) أعظم بعد من الحامل الخارج المركز كانت القوس (٦) رح (ك ب يحط) (٧) ويكون ما يصيبها من الطول اللوري على النسبة المفروضة وهي للمريخ (٨) نسبة (ح مط م) (٩) إلى الجزء الواحد (١٠) إلى (أ ح يا) (١١) فتكون حيثند هذه النسبة نسبة الطول الوسط إلى الاختلاف المعدل وذلك عندما ينبغي أن نعتبره بل يجب أن نستخرج أولا الاختلاف الوسط من المعدل بأن نقص أو نزيد تعديله فإذا استخرجنا الاختلاف الوسط عدنا (١٢) واستخرجنا (١٣) الطول الوسط على النسبة ثم عدنا إلى تعديله بعد ذلك ونجد أكثر ما يصيب مسيره من (١٤) من حد الوقوف إلى مقاطرة الشمس من تفاوت التعديل في البعد الأعظم ح مه لا يختلف الزيادة والنقصان عليه بما يعتد به وتعديل الاختلاف عند أوج الحامل زائد (١٥) لا محالة نزيده على الاختلاف ويعلم (١٦) أنه بعينه يجب أن ينقص من الطول إذا تذكرت ما سلف لنا من

(١) د : يطلب

(٢) د : (ح ط ، ح ونسبه) بدلا من [ح البتة]

(٣) د : يعلم

(٤) د : المسألة

(٥) ف : في الخامس

(٦) د : قوس

(٧) د : ك ب يحط

(٨) د ، ف : المريخ

(٩) د ، ف : ه يحط م

(١٠) [إلى الجزء الواحد] : غير موجود في د

(١١) في هامش ب : هو كاي

(١٢) د : عدنا

(١٣) د : فاستخرجنا

(١٤) د : بين

(١٥) د : زائدة-

(١٦) د : وتعلم

الأصول والنزى كان خرج هو الاختلاف المعدل فيجب أن تنقص هذا القدر منه حتى يعود إلى الوسط فيكون حينئذ (يح كح بط) ونصبيه من الطول على النسبة التي لا تتغير (١) (ك نح كا) (٢) بل (كا ي) تقريبا فيكون هو الطول المعدل وفي (٣) جانب الحضيض يعمل بالضد (٤) .

فصل

في صفة عمل جداول وقوفات هذه الكواكب (٥)

ثم عمل جداول الوقوفات وقد ارتاد فيها أن يسهل الوقوف على حد الوقوف ومركز التلويز على غير النقط الثلاث فرتب جدولاً فيه ثلاثون سطراً طولاً (٦) وأثنى عشرة (٧) صفاً عرضاً فانه فإن الأولان فيها وسط المسير الوسط المتفاوتة (٨) بستة (٩) ستة (١٠) الجدول الأول منها (١١) يبتلى من ست درجات وينتهى إلى (قف) والآخر يبتلى من (شس) (١٢) درجة وينتهى إلى (قف) حتى يكون بعكسه والصفوف العشر (١٣) الباقية لكل كوكب منها صفان صف لبعده حد الوقوف الأول عن (١٤) أوج التلويز إذا كان مركزه فلك التلويز على النقطة المفروضة في الجدولين في الطول وصف مثل (١٥) ذلك للوقوف (١٦) الثاني وحساب ذلك هو على (١٧) استعماله

(١) في هامش ب : ك نـ يا

(٢) د : ك لـ يا - وفي ف : ك يح كا

(٣) د : د في (٤) د : بالرصد

(٥) (فصل في صفة عمل جداول وقوفات هذه الكواكب) : غير موجود في د

(٦) ب : غير موجود (٧) د : وأثنى عشر

(٨) د : المتقاربة

(٩) ب : غير واضح - وفي ف : نسبة

(١٠) ب : غير واضح - وفي ف : ستة

(١١) د : منها

(١٢) د : ثلثائة وستين

(١٣) د : العسر - وفي ف : العشرة

(١٤) د : د حل

(١٥) د ، ف : لمثل

(١٦) د : الوقوف

(١٧) د : على سبيل

نسبة التفاضل الموضوعية (١) في الجدول الثامن من جداول (٢) التعديل وإذا كان الكوكب عند كونه على خط حح (٣) حكمنا أنه على حال طرف الليل فيبين (٤) أنه عند كونه على حد الوقوف في مثل نقطة رمثلا يكون مركز التدوير زائلا عن محاذاة (٥) نقطة ١ فيكون ما وضعناه من حساب حد الوقوف عند البعدين المتقابلين من الحامل هو حساب لما يكون عند كون مركز التدوير زائلا عن الحدين وإن كان ذلك في كوكبي زحل والمشتري غير مغادر للحقيقة (٦) كونه على البعدين نفسها مغادرة يعتد بها (٧) فليقرر (٨) الحساب في كوكبي زحل والمشتري على ما كان حيث حسبنا فيما سلف وهو زائل إذ لا كثير فرق بين زواله واستقراره وأما في المريخ فما بعده فإن ذلك يختلف بما يعتد به لكنه قد يمكن أن نعلم حد الوقوف والكوكب على أحد البعدين بأن يوجد ما علم للزوال الذي حسبناه ثم يستخرج على سبيل حساب التفاضل وطلب الرابع حساب بعد حد الوقوف والمركز على البعدين بأن تكون نسبة التفاوت بين الموضع الذي عليه فلك التدوير وبين كونه على الأوج في طول الخطين الخارجين من مركز الإبصار إلى مثل ذلك التفاوت بين الأوجى والوسطى كنسبة التفاوت بين التعديل الأوجى (٩) والموضع الذى فيه المركز إلى التفاوت من (١٠) التعديل الأوجى (١١) والوسطى حتى تكون نسبة تفاوت التعديدين كتفاوت البعدين وقد كان الحساب جرى للمريخ ومركز التدوير على (ك نج) (١٢) من (١٣) الأوج (١٤) فكان حد الوقوف بعده من حضيض التدوير (كب) وكذلك علم نظيره في الوسط الأقرب (١٥) فاستخرج من ذلك تفاوت التعديل لكون

(٢) د : أول

(١) د : الموضوع

(٣) د : ح -

(٤) د : فيبين

(٥) د : محاواة

(٦) ف : بحقيقة

(٧) د : به

(٨) د : فليقرر

(٩) د : الأوجى والوسطى

(١٠) د : بين

(١١) (والموضع الذى فيه المركز الى التفاوت من التعديل الأوجى) : غير موجود ف ب

(١٢) د ، ف : ك مع

(١٣) ف : قسم

(١٤) [من الأوج -] : في هامش ف

(١٥) ب ، د : والأقرب

المركز (١) على حدى الأوج والحضيض من الحامل نفسها وعلى ذلك حسب اكل كوكب ويمكن بذلك الطريق أن نعلم ما نصيب كل بعد فرضناه لمركز (٢) التدوير عن البعدين المتقاطرين .

فصل

في معرفة الأبعاد العظمى من الشمس للزهرة وعطارد (٣)

فلما فرغ من الجداول اشتغل (٤) بحساب الأبعاد العظمى لكوكبي الزهرة (٥) وعطارد (٦) إذا كان مركز التدوير معلوم البعد الحقيقي في الطول (٧) بل كانت الزهرة معلومة البعد الحقيقي (٨) عن أوجها الذى كان للزهرة في الثور (كه) (٩) وكان عطارد معلوم البعد عن الأوج الأول الذى كان على عصره (١٠) على عشرة من الميزان فحسب أمر الزهرة بشكليين يشتركان في أن الكوكب في رأس الحمل ويختلفان بأن الخط المماس في الأول منها واقع في جهة مركز البروج وفي الثاني واقع بخلافه فأما الشكل الأول فليكن اب ح د ه القطر المار بالأوج والحضيض وليكن الأوج ا و : ب مركز المعدل و : ح مركز الحامل و : د البصر ولنخرج نصف قطر ح ر (١١) وعلى ر فلك تدوير ح ط (١٢) وليكن الكوكب في هذا الشكل مغربا (١٣) وعند (١٤) الخط المماس عند ط ولنصل د ط ومن

(١) [لكون المركز] : في هامش ب ، ف

(٢) د ، ف : مركز

(٣) [فصل في معرفة الأبعاد العظمى من الشمس للزهرة وعطارد] : غير موجود في د

(٤) د : غير واضح

(٥) د : زهرة

(٦) د : عطارد

(٧) في هامش ب : فإن

(٨) د : غير موجود

(٩) د : ك

(١٠) (حل عصره) : غير موجود في د

(١١) د : و ز - و في ف : ب و

(١٢) د : ح ط ب .

(١٣) في هامش ب : مشرقيا .

(١٤) د : وعن - وفي ب بين القطرين : وحل .

(١) د : [عل د ط عمود ج ك] بدلا من [عمود ح ك عل د ط] .
 (٢) د : مثلث .
 (٣) د : ح ر ك .
 (٤) د : مملو .
 (٥) د : [ف : ل ط] .
 (٦) د : موازى .
 (٧) [و : ح ك] : غية موجود فى د .
 (٨) د : معلوم .
 (٩) ف : ح م ر .
 (١٠) د : مثلث .
 (١١) ف : ر م د .
 (١٢) د : فبائية .
 (١٣) د : المستر .

معلومة (١) وهي (٢) مساوية لوسط الشمس فما يوتره ر ط من فلك البروج وهو التفاوت بين المعلومين معلوم وخرج لرأس الحمل (مه مد) (٣) ونعدل الشمس فنعرف ما بينهما وأنت (٤) يمكنك أن تحسب لغيرها (٥) (*). وأما

(١) د : معلوم . (٢) د : وهو .

(٣) د : مه يه

(٤) د : وات

(٥) د : لغيره .

(٥) تعيين الأبعاد العظمى للزهرة عن الشمس :

في شكل (١٦٣) نفرض ا ب ج د ه القطر المار بالأوج ا وبالحضيض ه ، وبمركز المدل نقطة ب ، ومركز الحامل نقطة ح ، ومركز البصر نقطة د . وليكن ر مركز فلك التنوير ط ، ونفرض الكوكب نحو المغرب عند نقطة ط حيث د ط ماس من البصر إلى فلك التنوير . فتكون زاوية ط د ر هي النهاية العظمى لبعد الزهرة عن الشمس المطلوب تعيينها .

نسقط ج ك عمودا على د ط ، ل عمودا على ر ط ، ب م عمودا على ح ر في المثلث ح د ك :

زاوية ك = ٩٠° ، زاوية ج د ك = ا د ط = معلومة ، الضلع ح د معلوم

∴ يمكن أن نعلم زاوية د ح ك وضلعا ك د ، ج ك

وحيث أن الشكل ط ل ح ك مستطيل

∴ ل ط = ج ك = معلوم

∴ ل ر = ط ر - ل ط = معلوم

وفي المثلث ح ل ر :

زاوية ل = ٩٠° ، الضلعان ج ر ، ل ر معلومان

∴ يمكن أن نعرف زاوية ل ح ر وضلع ح ل

∴ نعلم زاوية د ح ر = د ح ك + ٩٠ + ل ح ر

∴ نعلم زاوية ا ح ر = ١٨٠ - د ح ر

وفي المثلث م ح ر :

زاوية م = ٩٠° ، زاوية ح م ر = معلومة ، ضلع ح م معلوم

∴ نعلم زاوية ح م ر ، وضلعا م ح ، م ر

وفي المثلث م ر ر :

زاوية م = ٩٠° ، ضلع ب م معلوم ، ضلع م ر = ر - م م معلوم

∴ يمكن أن نعلم زاوية م ر ب

∴ تصير زاوية ا ب ر = ١٨٠ - (م م + م ر) معلومة

وهذه الزاوية هي المسير المستوي = وسط الشمس

أما لتعيين زاوية ط د ر فلدينا زاوية ط قائمة ، الضلع ط معلوم ، الضلع ط د = ط ك + ل د =

ح ل + ك د = معلوم

∴ الزاوية تصبح معلومة .

الشكل المبين لذلك والخط المماس يقع إلى خلاف جهة مركز البصر فليكن ط واقعا إلى جهة ا ولنصل د ط ونخرج عمودى (١) ج ك ، ب م و : ب م (٢) يقع هاهنا فى الجانب الآخر فنثبت د ك يعلم و : ح د (٣) أعنى ل ط بل جملة ر ل معلوم (٤) و : ل قائمة ف : ل ح معلوم وأيضا مثلث ب ج م معلوم لضلعه وللقائمة ولقطاعه ح المعلومة (٥) ف : ر م كله و : ب م معلوم فموترب ر معلوم والزوايا (٦) معلومة (٧) وزاوية ا ح ر (٨) الخارجة من مثلث ب ح م معلومة (٩) وزاوية

ر معلومة فزاوية ر ب ح معلومة فزاوية ا ب ر وهي (١٠) المسير (١١) المستوى معلومة (١٢) وأيضاً جميع د ط معلوم من قسمته و : ط ر معلوم و : ط (١٣) قائمة

(٢) في هاشم **ه** : [و : ج ك] - وفي د : [و : ج ك] .

(۳) ف : [و : ح ك] .

(۴) د : [ر ، ر ه معلوم] بدلا من [ر ل معلوم]

(هـ) د : معلوم

(٦) د : الزوايا

(۷) د : معلوم

(A) ۱۰۰۰

(۹) د : معلوم

(۱۰) د : وهو

(۱۱) د : المسير

[ج : و] : د (۱۲)

(۱۲) د : معلوم

فمثلث ط در (١) معلوم فما (٢) يوتره زاوية ط در معلوم (*) وهو أبعد البعد المرتى ويعدل للشمس (٣) فيعرف ما بينها وأما الكوكب (٤) عطارد فإنه لما كان كثيرا ما يختبئ فلا يظهر إذا كان على أبعد بعده من الشمس ارتاد له أن يكون في موضع مثل ذلك فوضع عطارد في بعد صباحي في أول المقرب أو مسائي في أول الثور فلما كان يمكن في كوكب الزهرة أن يتوصل من معرفة منزلة المعدل إلى معرفة الوسط أعنى موضع مركز فلك (٥) تدويره ولم يكن يمكن (٦) ذلك في كوكب عطارد لحركة فلكه الخارج بل كان الأمر بالعكس فإنه إنما يتوصل (٧) من وسطه

(١) د : ا ح ر (٢) د : هـ

(٥) تابع تعيين الأبعاد المظلي للزهرة عن الشمس :

اعتبر هنا الكوكب في الجهة الأخرى من التدوير أى أن المماس للتدوير يقع ناحية الأوج . في شكل (١٦٤) ليكن د ط مماس للتدوير عند الكوكب ط حيث نقطة ط ناحية الأوج ا .

مثلث ح د ك معلوم كما سبق ذكره

∴ نعلم زاوية د ح ك ، ضلعا ح ك ، د ك

لكن ح ك = ط ل ∴ ط ل معلوم

∴ ر ل = ط ل + ر ط = معلوم

فيصير مثلث ح د ر معلوما ونعرف منه زاوية ل ح ر وضلع ل ح

∴ زاوية د ح ر = د ح ك + ٩٠ - ل ح ر تصير معلومة

وفي مثلث ح د م :

زاوية م قائمة ، زاوية ب ح م = د ح ر = معلومة ، ضلع ب ح معلوم

∴ يمكن أن نعرف الضلعان ب م ، ح م

∴ ر م = ح م + ح ر تصير معلوما

وفي مثلث ب م ر : زاوية م = ٩٠° ، الضلعان ر م ، ب م معلومان

∴ نعلم من ذلك زاوية ب م ر وضلع ب ر

لكن في المثلث ح د ر عرفنا زاوية ب ح د ، وزاوية ح د ر = ١٨٠ - د ح ر

∴ تصير زاوية ر ب ح معلومة

ومن هذه الزاوية نستنتج زاوية ا ب ر = ١٨٠ - ر ب ح وهى المسير المستوى أو وسط الشمس

وأخيرا لتعيين قيمة الزاوية ط در لدينا زاوية ط قائمة والضلع ط ر معلوم والضلع ط د

= د ك + ك ط = د ك + ح ل معلوم فتصير الزاوية معلومة

(٣) د : الشمس

(٤) د : لكوكب

(٥) د : غير موجود (٦) د : غير موجود

(٧) د : يتوصل

إلى معدله وكان (١) بسبب ذلك لا يمكن أن يفرض الكوكب مثلاً عند أول
العقرب أو الثور ثم يعلم وسطه بوسط الشمس فيعدل الشمس فيعدل البعد فلها لم
يكن هذا (٢) احتمال لمعرفة ذلك وجهها آخر وهو أنه جعل المعلوم أولاً موضع
مركز التدوير على بعد مفروض من الأوج أو الحضيض يقع له عطارد قريباً من
مبدأ البروج المذكور فعرف من معرفة الوسط فضل التعديل ثم رأى إن تقدم أو تأخر
عن موضع المركز يبعد مفروض من الموضع الأول بحسب ما تقتضيه (٣) الزيادة
في التعديل أو النقصان تقدماً أو تأخراً من الموضع الأول ليحصر (٤) فيه الدرجة
المفروضة بين الموضعين إذا (٥) عدلاً وبصار إلى ذلك بالحس والامتحان فعرف
بينها تفاوت التعديل الأعظم وعرف تفاوت الدرج فاستخرج من ذلك أن لذلك
المقدار من تفاوت الدرج يقع مقدار معلوم من تفاوت بين التعديلين الأعظمين ثم عرف
أن أقرب البعدين من الدرجة المفروضة كم بينها (٦) وبين الدرجة فعرف أن ذلك
المقدار كم يوجب من التفاوت في التعديل الأعظم بحسب الاعتبار بين (٧)
الحسابين (٨) الأول فكان ذلك غاية البعد من وسط الشمس فعرف وسطها فعدل
وسط الشمس فيعدل البعد مثاله أنه وضع أولاً مركز التدوير على عشرة من الميزان
وهو الأوج ونظر (٩) أن الكوكب كم بعده المرتى من أول العقرب فصادفه على
(كط ب) من الميزان وبعده من وسط الشمس (كط ب) وبينه وبين رأس
العقرب (ح ل ح) (١١) ثم وضع مركز التدوير على ثلاثة أجزاء من الأوج فكان الكوكب
يرى (١٢) على (ا ن ه) (١٣) من (ا ن ه) العقرب وبعده على (١٥) وسط الشمس

(١) د : فكان (٢) د : غير موجود

(٣) د : ما يقيه - وفي ف : ما يقتضيه

(٤) د : تنحصر (٥) ف : إذ

(٦) د : بينها (٧) د : من

(٨) د : غير واضح

(٩) د : فنظر

(١٠) في هامش ب : كلى يوم - وفي د : كدب

(١١) د ، ف : ميج

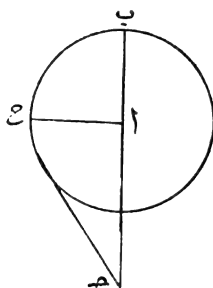
(١٢) د : نرى

(١٣) د ، ف : أنه

(١٤) د : مر -

(١٥) د : من

(ك نا) (١) فعرف أنه لو كان يرى على الدرجة الأولى من العقرب لكان تعديله بمقدار (ك بيج) (٢) فإذا عدل الشمس عرف البعد ثم فعل مثل ذلك والكوكب عند الثور وأما بيان ذلك بالأشكال فالشكل الأول مبني على أن مركز تدويره



شكل (١١٥)

في أوج الحامل بالحقيقة وهو عاشر الميزان و : ب مركز المعدل و : ح مركز البروج حتى يقع ب ، ج معاً في خط واحد ويكون (٢) التدوير على ا والخط المماس على ح (٤) فلأن ا ج ، ا ح معلومان (٥) والزاوية قائمة (٦) فمثلث (ج ح ا) (٧) والزاوية أعني ا ج ح معلومة (٨) (*) وخرجت

(١) د : كدى

(٢) د : كدى

(٣) [مركز المعدل و : ح مركز البروج حتى يقع ب ، ج معاً في خط واحد ويكون] :

غير موجود في د

(٤) د : ح

(٥) د : معلوم

(٦) في هامش ب : [د : ح معلوم وزاوية ا ح ج معلومة وخرجت ك ب ر]

(٧) د : (ف : ح ا معلوم) بدلا من [فمثلث ح ا]

(٨) د : معلوم

(٩) تعيين الأبعاد العظمى لمطارد :

في حالة كوكب الزهرة التي ناقشناها فيما سبق كان المفروض أننا نعلم موقع الكوكب ط ، أما في حالة عطارد فإنه قريب جدا من الشمس ويصعب تعيين موقعه ، ولذلك فرض بطليموس موقع مركز فلك التدوير بالنسبة للأوج أو الحضيض ومن ذلك استنتج موقع الكوكب . وقد أخذ لذلك عدة مواقع معينة لمركز فلك التدوير ووضح النتائج على هيئة جدول يمكن منه تعيين المطلوب بالتقريب . وقد ناقش لذلك ثلاثة مواضع :

(بط. ب) (١) ثم لو (٢) وضع زائلا عن الأوج بأجزاء (٣) محدودة مثلا ثلاثة أجزاء حتى يقع ب ا (٤) في خلاف جهة ح ولنصل ب ه ر ، ح د ونعمل عليه فلك تدوير ر ح ونخرج جح بماسه (٥) ونصل ه ح (٦) فلما كانت زاوية ا ب ه معلومة فيمكن أن يعلم بها ب ه التي للتعديل على الأصول الماضية في حساب التعديل وأن يصير من ذلك خط ح ه معلوما ثم يصير ه ح معلوما وزاوية ه ج ح (٧) معلومة (*) وخرجت (ك نا) (٨)

الموضع الأول : مركز التدوير عند أوج الحامل : في شكل (١٦٥) نقطة الأوج حيث مركز التدوير ، نقطة ب مركز المثل ، نقطة ح مركز البروج

فلذا رسنا ح ه مما للتدوير كانت زاوية ا ح ه هي الفرق بين الأوج وموضع الكوكب أى بين موضع مركز التدوير وموضع الكوكب وهذه الزاوية يمكن تعيينها من المثلث ح ه ا حيث : الضلعان ا ح ، ا ه معلومان ، زاوية ح ه ا = ٩٠°

(١) د : ك ب

(٢) د : غير موجود

(٣) ب : غير واضح

(٤) د : ما

(٥) (ونخرج ح ه بماسه) : غير موجود في د

(٦) د : ح ه

(٧) د : ح ج

(٨) تابع تعيين الأبعاد المثلثى لسطارد :

الموضع الثاني : مركز التدوير على يد معين من الأوج . في شكل (١٦٦) نقطة ا هي الأوج ، نقطة ه مركز فلك التدوير ، نقطة ح هي مركز البروج ، نقطة ب مركز المثل وهو لابد أن يقع على ح ا نرمس ح ه مما للتدوير في نقطة ح وليكن ح موضع الكوكب ، ونصل ب ه ليقطع امتداده فلك التدوير في نقطة ر .

المفروض أننا نعلم زاوية ا ب ه والبعدين ح ب ، ح ه

والمطلوب تعيين زاوية ا ح ه

من زاوية ا ب ه يمكن تعيين زاوية التعديل ب ه ح كما سبقنا شرحه

وفي المثلث ب ه ح أصبح معلوما لدينا :

زاويتي ب ه ح ، ب ه ح والضلع ح ب

من ذلك نستطيع إيجاد الضلع ح ه

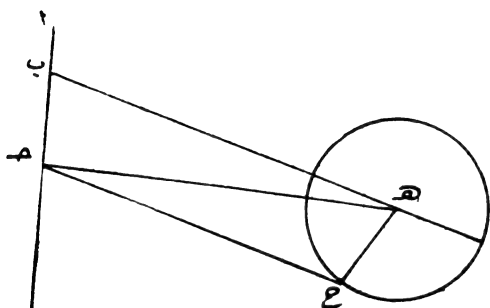
∴ المثلث ه ح ا أصبح معلوما فيه :

زاوية ح القائمة والضلعين ح ه ، ح ه

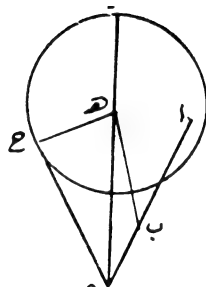
ومن ذلك نعرف زاوية ا ح ه المطلوبة

(٨) د ، ف : ك يا

وليقع على بعد محدود من الحضيض الأول ولتصل ج ح صابحيا فلأن زاوية ح ب هـ (١) تصب معلومة فتعلم بما تقدم ح هـ و : ح معلوم فتعلم مثلث هـ ج ح



شكل (١٦٧)



شكل (١٦٦)

وزاوية هـ ج ح (٢) (**). فإذا كان (٣) الوسط بعده من الحضيض الأول وهو حاشر الحمل (لط) (٤) جزعا والشمس بالوسط في الثور (يط) (٥) درجة وبالمقوم (يط ليج) (٦) تكون زاوية ح هـ ج (٧) (يريه) (٨) ويكون

(١) د : وب هـ - وفي ف : د ب هـ

(٢) [معلوم فتعلم مثلث هـ ج ح زاوية هـ ج ح : مكرر في د

(٥٥) تابع تعيين الأبعاد العظمى لطارد :

الموضع الثالث : مركز التنوير على بعد معين من الحضيض . في شكل (١٦٧) نقطة د هي الحضيض ، نقطة ا هي الأوج ، نقطة ب مركز المعدل ، نقطة ح مركز البروج ، نقطة هـ مركز فلك التنوير نفرض أن نقطة ج موضع الكوكب حيث ح مماس للتنوير

المفروض أننا نعلم زاوية ا ب هـ أو زاوية ح ب هـ = ١٨٠ - ا ب هـ ، والضلعان

ح ب ، ح هـ

والمطلوب تعيين قيمة الزاوية هـ ج ح

من زاوية ح ب هـ يمكن إيجاد زاوية التمديل ب هـ ح ، ومن المثلث ب هـ ح نعين الضلع

ح هـ ثم من المثلث هـ ج ح نستنتج الزاوية المطلوبة هـ ج ح

(٣) د : كانت

(٤) د : تسعة وثلاثين

(٥) د : تسع عشرة

(٦) ف : قيط ليج

(٧) في هامش ب : ح هـ تريد - وفي د : ح هـ - وفي ف : ح هـ د

(٨) د : يريد

عطارد على (كرية)^(١) من الحمل وبعده ^(٢) الحقيقى من الشمس (ك ب كج) وإذا كان بعد الوسط يعنى من الحضيض ^(٣) (م ب) حتى تكون الشمس بالوسط (ك ب) من النور والمقوم ^(٤) (ك ب لا) منه خرج ^(٥) زاوية ه ج ح ^(٦) (ك ج م ه) وعلى هذا الوجه حسب للكوكب على رأس برج آخر ووضع جداول اثني عشر تشتمل على ^(٥) صفوف ^(٨) الأول فيه اسم مبادئ البروج والثاني لصباحي الزهرة والثالث لمسائيتها والرابع والخامس كذلك لعطارد .

(١) د : ي ر يه

(٢) د : وبمعا

(٣) (يعنى من الحضيض) : فى هامش ب ، وغير موجود فى د

(٤) ب : وبالمقوم - وفى د : وبالمقوم حل

(٥) د : فيخرج

(٦) د : - - - ع

(٧) د : كه مر

(٨) د : [صفوف خمسة] بدلا من [(٥) صفوف]

المقالة الثالثة عشر

في الأصول التي يعمل عليها
في ممر الكواكب الخمسة في العرض

المقالة الثالثة عشرة

في الأصول التي يعمل عليها

في ممر الكواكب الخمسة في العرض (١)

هذه الكواكب الخمسة كلها (٢) تشترك في أن الفلك الحامل لمركز تدويرها مائل (٣) عن (٤) فلك البروج فإن الرصد يحقق ذلك بالملاحظة لكن ميلها ليس عن (٥) مركز نفسه ولا على مركز آخر بل على مركز فلك البروج حتى يكون الخط المتوهم مارا بموضع التقاطع يمر على مركز البروج دون مركز الحامل فيكون قطرا للبروج ووترًا للحامل وتكون زوايا الميل في الجانبين متساوية بحسب مركز البروج لا بحسب مركز الحامل حتى يكون البعد من الجانبين سواء بحسب مركزه (٦) وإنما علم أن الصورة كذلك لأن كل واحد منها إذا بعد مركز فلك تدويره عن النهاية الشمالية ربع دائرة معدلة (٧) وكان بعده في اختلافه ربع دائرة عن أوج التدوير معدلة (٨) رئي (٩) في سطح فلك البروج لأن القطر المار بمركز فلك التدوير إلى الربع المعدل منه في الجانبين يحصل في سطح فلك البروج وهذا أيضا يدل على أن ميل التدوير عن الحامل الذي يسير إليه يكون بحسب القطر المار بالبعدين اللذين بالقياس إلى مركز البروج دزن الذي بالقياس إلى مركز (١٠) آخر إذ كان إنما يوالى (١١) سطح البروج إذا تحصل في الربع عن الأوج المعدل وهذا الميل

(١) (المقالة الثالثة عشر في الأصول التي يعمل عليها في ممر الكواكب الخمسة في العرض) :

غير موجود في د

(٢) د غير موجود (٣) د غير موجود

(٤) د : عند (٥) د : على

(٦) (حتى يكون البعد من الجانبين سواء بحسب مركزه) : غير موجود في د

(٧) [عن النهاية الشمالية ربع دائرة معدلة] : غير موجود في د

(٨) د : مملو معدلة

(٩) د : روى

(١٠) (البروج دون الذي بالقياس إلى مركز) : في هامش ف

(١١) د : توالى

هو أن كل الخمسة تشترك في أن سطح فلك التدوير الذى تحده دائرة من الكبار الواقعة في كرتيه (١) على أوجهه وحضيضه مائل أيضا عن سطح الفلك الخارج المركز ولو كان منطبقا عليه لكان الكوكب إذا كان في هذا السطح رؤى (٢) دائما في سطح الفلك الخارج المركز وليس كذلك بل قد يكون إذا كان على الحضيض من التدوير كان له عرض وإذا كان على الأوج (٣) كان له عرض آخر وإن كان مركز فلك التدوير على نقطة واحدة مثلا عند الأوج من الحامل أو الحضيض منه أو نقطة أخرى. والنهايات الشمالية للثلاثة العلوية أما لزحل والمشتري ففي أول بروج الميزان وأما (٤) للريخ (٥) ففي (٦) آخر السرطان فكأنه (٧) مطابق أوجهه. ورصدت الكواكب الثلاثة العلوية فكانت إذا حصلت بالوسط على أوج الحامل المرئى (٨) ترى شمالية فعلم أن (٩) أوجاتها شمالية وأما في أفلاك تداويرها فإم نهاريت (١٠) بالرصد إذا كانت شمالية وكانت على أوج التدوير كانت أقل عرضا وإذا كانت عند الحضيض كانت أكثر عرضا فعلم أن القطر المار بالأوج والحضيض نصفه الأعلى يكون مائلا عن سطح الفلك الحامل إلى الجنوب ونصفه الأسفل إلى الشمال وكانت (١١) في جهة الجنوب على عكس هذا كانت (١٢) ترى عند الحضيض أكثر عرضا إلى الجنوب وعند الأوج أقل عرضا فكان ميل حضيضه أبدا عن سطح الحامل إلى الجهة التى هو فيها من الحامل فإن غاية هذا الاختلاف عند النهايتين الشمالية والجنوبية فإنه إذا كان مركز تدويرها على نهاية شمالية في غاية زيادة عرض الحضيض إلى الشمال (١٣) وغاية ميل الأوج إلى الجنوب ونعكس هذا عند

(١) د : كونه

(٢) د : روى

(٣) (كان له عرض وإذا كان على الأوج) : غير موجود في د

(٤) د : غير موجود

(٥) د : للريخ

(٦) د : في

(٧) د : وكأنه

(٨) د : غير موجود

(٩) د : غير موجود

(١٠) د : رويت

(١١) د : فكانت

(١٢) د : وكانت

(١٣) د : الشمالية

النهاية الجنوبية ثم إذا فارقت النهاية رؤى^(١) كل واحد من الأمرين ينتقص ويتراجع^(٢) فيزداد عرض الأوج إلى تلك الجهة وينتقص عرض الحضيض حتى إذا بلغ العقدة يكون قد^(٣) انطبق القطر على سطح فلك البروج فكما يفارق العقدة يظهر العرضان فيأخذ الذي من جانب إلى خ ف ذلك الجانب وكذلك^(٤) حتى يبلغ النهاية الأخرى فيبلغ الأمر غايته ثم يأخذ ينطبق عند العقدة الأخرى عرفت^(٥) هذا بأرصاد متتالية للكوكب وهو على أوج التدوير والآخر وهو^(٦) على حضيض التدوير ومركز التدوير منتقل^(٧) من النهاية إلى العقدة أو من العقدة إلى النهاية وأما القطر المقاطع لهذا القطر على قوائم وهو الذي يحد^(٨) غاية^(٩) التعديل فإنه يكون دائما موازيا لفلك البروج عرف ذلك بأن رصد الكوكب على طرفه الشرقي وعلى طرفه الغربي ومركز التدوير على نقطة واحدة فكان البعد يكون دائما واحدا بعينه فعلم أن هذا القطر يكون دائما موازيا لسطح فلك البروج وأنه^(١٠) دائما^(١١) ينطبق عليه عند العقدة لأن مركز التدوير متى حصل في العقدة رؤى الكوكب في سطح البروج في أى طرفي هذا القطر كان وهذا الانطباق مما يؤدي إليه تلك الموازاة وأما الزهرة وعطارد فرصد من أمرهما أن مركز التدوير إذا حصل على أوج الحامل أو حضيضه وكان الكوكب عند أوج التدوير أو حضيضه لم يكن له ميل سطح الحامل بل رؤى عرضه في الحالين واحدا لأن الميل ميل الحامل فقط أما للزهرة فشمالي أبدا وأما لعطارد فجنوبي أبدا وذلك لأمر تعلمه بعد وفي الحالين بمقدار واحد وأما إذا كان مركز التدوير عند العقدتين اختلف عرض الحضيض والأوج جلا فيكون إذن هاهنا^(١٢) ابتداء ميل هذا القطر عند الأوج والحضيض

(١) د : رؤى (٢) ب ، د : فية لبع - وفي ف : ويراجع

(٣) د : غير موجود

(٤) د : كذلك

(٥) د : عرف

(٦) د : غير موجود

(٧) د : منتقل

(٨) في هامش ب : تحب لغاية التعديل - وفي د : يجب

(٩) د : لغاية

(١٠) ف : فإنه

(١١) ب ، د : غير موجود

(١٢) (إذن هاهنا) : غير موجود في د

من الحامل وهما هنا غايته عند العقدين فإنه رصد الكوكب في الحضيض والأوج ومركز التدوير على العقدة فكان تفاوت ما يوجبه الطرفان في العرض بالغاً غايته حتى إذا فارق العقدة أخذ يتراجع لكن الذي للزهرة من ذلك بخلاف الذي لعطارد فإن الزهرة إذا فارق مركز تدويرها حضيض المائل أخذ يميل حضيض التدوير إلى الشمال وإذا كان الكوكب عليه يرى أميل إلى الشمال من سطح الحامل حتى إذا فارقت (١) العقدة كانت بلغت النهاية في العرض الشمالى ويكون الأوج ميلاً إلى الجنوب بحسب المقابلة وأما في النقطة المقابلة للحضيض فالأمر بالعكس وأما الأمر في عطارد فكل ما في الزهرة بالقياس إلى الحضيض من الخارج فهو لعطارد بالقياس إلى الأوج من الخارج فكل ما (٢) أوجب لأوج التدوير في الزهرة ميلاً إلى الشمال فيوجب لأوج تدوير عطارد ميلاً إلى الجنوب فهذا هو حكم أحد القطرين وهو المار بالأوج والحضيض وأما القطر الآخر وهو المار بالبعد الصباحى والمساءى منها فقد رأى أن الكوكب إذا كان على إحدى نقطتي طرفيه ومركز التدوير على أوج الحامل أو حضيضه يكون ذلك القطر (٣) قد مال عن سطح الحامل ميلاً لا ميل فوقه حتى أنه بعد ذلك يتراجع لكن الأمر في الزهرة وعطارد مختلف أما الزهرة فلأن البعد الصباحى إذا كان التدوير على أوج الحامل يكون قد مال عن سطح الحامل إلى الجنوب أشد ميلاً والبعد المسائى إلى الشمال أشد ميلاً وأما عطارد فيكون الميلان عنه بالضد وإذا كان التدوير على حضيض الحامل كان الصباحى من الزهرة أشد ميلاً إلى الشمال والمساءى إلى الجنوب وفى عطارد بالضد وقد علم جميع هذا بأن رصد الكوكب مراراً متوالية على أطراف هذه الأقطار ومركز التدوير في المواضع المذكورة فظهرت هذه الأحوال وكان (٤) كل (٥) واحد من هذين الميادين (٦) إذا بلغ الغاية عند أوج الحامل أو حضيضه (٧) أخذ يتراجع فيقرب الطرف المتباعد (٨) من القطر ويبعد المتقارب حتى يحصل في سطح المائل

(١)	د	وافقت
(٢)	د	و كلما
(٣)	د	غير موجود
(٤)	د	غير موجود
(٥)	د	وكل
(٦)	د	المثلثين
(٧)	د	وحضيضه
(٨)	ف	هنا خلط في المخطوط فهذا الجزء في غير موضعه

فإذا صار سطح المائل (١) في فلك البروج كان هناك غاية اختلاف طرفي القطر الأول في ميلهما (٢) فإذا (٣) إذا (٤) زال الاختلاف عن طرفي (٥) قطر فانطبق على سطح الحامل يكون قد بلغ (٦) القطر الآخر غاية الاختلاف ثم إذا انطبق هذا يكون (٧) الآخر مال (٨) غاية الميل وبلغ غاية الاختلاف وحركة هذا القطر الثاني عن سطح المائل تسمى التواء وانحرافا وحركة القطر الأول تسمى صعودا وهبوطا والعجب (٩) من (١٠) أن هذه الأرباع التي تختلف بحسبها الميول المذكورة ليست متساوية في التحقيق بل بحسب القياس إلى فلك البروج على ما علمت ومع ذلك فإن النسبة في الميول واحدة لا يختلف فيها إذ كل ميل يبتدىء من مربع (١١) بحسب القياس إلى فلك البروج وينتهي غايته عند ربع ويتراجع عند ربع (١٢) ويبلغ غاية التراجع عند ربع ثم قد وجد للزهرة وعطارد شيء غير موجود للكواكب الثلاثة العلوية فإن مركز فلك التدوير للزهرة لم يوجد البتة إلا عند العقدة أو شماليا ومركز فلك التدوير لعطارد لم يوجد البتة إلا عند العقدة أو (١٣) جنوبيا ورصد هذا سهل بمعرفة التعديل وميل الأقطار المذكورة فوجب (١٤) ضرورة أن يكون سطح الفلك الخارج من كل واحد منهما يتحرك من الجنوب إلى الشمال ومن الشمال إلى الجنوب فيأخذ من نهاية ميله الشمالي ويميل إلى الجنوب حتى ينطبق سطحه على سطح فلك البروج ثم يفارقه إلى الجنوب حتى ينتهي ميله ثم يعود فإنه إذا كان منطبقا يكون اتفاق أن كان مركز فلك التدوير

(١) (فإذا صار سطح المائل) : غير موجود في ف

(٢) د : ميلهما

(٣) د : غير موجود

(٤) د : فإذا

(٥) د : غير موجود

(٦) د : غير موجود

(٧) (هذا يكون) : غير موجود في د

(٨) د : مال الأول

(٩) د : والمعجب

(١٠) د : في

(١١) د : ربع

(١٢) (ويتراجع عنه ربع) : في هامش ف

(١٣) (شماليا ومركز فلك التدوير لعطارد لم يوجد البتة إلا عند العقدة أو) : في هامش ب

(١٤) د : فواجب

قطع الربع (١) المعدل من الأوج أو الخضيض وانطبق القطر المار بالبعد المسائي والصباحي على سطح فلك البروج وبلغ العقدة مع بلوغ النصف الآخر من الحامل الذي كان في خلاف الجهة التي هما فيها (٢) وانطبقه بفلك (٣) البروج ثم إن مركز فلك التدوير كما يريد أن يعبر (٤) إلى النصف الآخر (٥) الحامل بعد الانطباع يحصل ذلك النصف في هذا الجانب ويعبر (٦) النصف الذي كان عليه فلك التدوير إلى الجانب الآخر فيبقى مركز التدوير دائما في جانب واحد أو (٧) العقدة لكن الأمر في الزهرة بخلاف ما في عطارد فإن فلك تدوير عطارد يكون على النصف الجنوبي حين يأخذ ذلك النصف إلى الشمال فكما ينطبق على سطح البروج يكون بلغ (٨) مركز التدوير العقدة فكما يفارق العقدة يكون (٩) النصف الشمالي حصل جنوبيا فبقى مركز تدوير عطارد في جانب الجنوب وأما الزهرة فهذا المعنى لها من جهة الشمال وأما قطر التدوير الذي للكواكب الذي يمر بالبعدين المختلفين فإنه إذا انطبق على سطح الحامل ابتدأت تتحرك على دوائر صغار كالموضوعات (١٠) عند أطرافها تكون معادلة لمبلغ (١١) الميل الذي لطرف ذلك القطر في العرض وتكون سطوح تلك (١٢) الدوائر (١٣) قائمة على سطح الحامل الخارج المركز منصفة بها ومركزها (١٤) عليه (١٥) يتحرك (١٦) إلى (١٧) الاستواء وعلى ملازمته (١٨) المسير في الطول (١٩) كأنها

(١) د	ربع
(٣) د	فلك
(٥) د	للاخر
(٧) د	أو في
(٨) د	يبلغ
(٩) د	ويكون
(١٠) د	كالموضوعة
(١١) د	بمبلغ
(١٢) ف	فلك
(١٣) د	غير موجود - وفي ف : التدوير
(١٤) د	ومركزه
(١٥) د	عليها
(١٦) د	يتحرك عليها
(١٧) د	هل
(١٨) د	ملازمه
(١٩) [في الطول]	في هاشم ف

نعود معها السطح القاطع لفلك التدوير فيأخذ (١) في ربع منها إلى ناحية الشمال مثلا (٢) ثم في الربع الآخر يأخذ يعود إلى مطابقة سطح الخارج الحامل ثم (٣) في الربع الآخر يأخذ (٤) نحو الجنوب وفي (٥) الربع الرابع يأخذ (٦) إلى المطابقة وأنت تعرف أن هذه المطابقة تختلف في الكواكب فابتدؤها في الثلاثة من (٧) عند العقدة وابتدؤها في الاثنين من (٨) الجانبين فيقسم أرباعا^٣ ربع ناقل إلى الشمال مثلا وربع ناقل عنه إلى المطابقة وربع ناقل عنه (٩) إلى الجنوب وربع ناقل عن الجنوب إلى المطابقة وأما أدوارها بحسب الحركة المستوية فلا يصح أن يكون بالقياس إلى المراكز التي لها بل بالقياس إلى مراكز (١٠) أخرى خارج كما قد كان في الطول ولو استوت حركتها بالقياس إلى مركز هذه الدائرة وذلك لأننا نعلم أن هذا القطر إذا قطع ربعا من هذه الدائرة الصغيرة فقد حصل إما على المطابقة وإما على غاية البعد وقد علم (١١) أن هذه المطابقة وهذه الغاية من البعد يقع ومركز التدوير قطع أرباعا معدلة من فلك البروج وذلك في أزمنة مختلفة فيجب أن يكون قطع القطر أيضا لأرباع الدائرة الصغيرة في أزمنة غير متساوية فإذا لم يكن حركتها بحسب مركز فلك الدائرة بل بحسب مركز آخر قياسه من مركزه قياس مركز المعدل من مركز الخارج الحامل .

-
- | | | |
|--------|-----|-----------|
| (١) | د | الذي يأخذ |
| (٢) | د | في الحامش |
| (٣) | د | غير موجود |
| (٤) | د | ويأخذ |
| (٥) | د | في |
| (٦) | د | فيأخذ |
| (٧) | ف : | غير موجود |
| (٨) | د : | في |
| (٩) | د : | هنا |
| (١٠) | د : | المراكز |
| (١١) | د | عدلت |

فصل

في معرفة مقادير هذه الميول والانحرافات (١)

وأما مقادير ميل ميل (٢) وانحراف انحراف وهي قسى من دوائر كبار تخرج من قطب دائرة البروج وتقوم على دائرتها (٣) وتمر على دائرتها بالكوكب فيفرز (٤) بين المائل وبين دائرة البروج فإنها في كوكبي الزهرة وعطارد قد يسهل السبيل إلى الوقوف عليها إذ (٥) كان كل ميل من ميولها الثلاثة منفردا (٦) عن الآخر وذلك أن الكوكب إذا كان على القطر المار بالبعدين المتقاطرين ومركز التدوير عند البعدين المختلفين من الخارج الحامل لم يكن له ميل بحسب التدوير بل يكون له ميل الخارج فقط وإذا كان على ذلك القطر وعند العقدة لم يكن له البتة ميل من جهة الخارج بل من جهة التدوير وإذا كان على القطر الآخر زمركز التدوير على الأوج حدث عرض خلاف عرض الحامل ويعرف التفاوت بينه وبينه في الزيادة والنقصان لكن رصد هذين الكوكبين وهما على القطر المار بالبعدين المختلفين بالحقيقة طلبا لأفراد ميل الخارج المركز وحده لما (٧) يتعذر وقوع البصر عليها حينئذ والسبب فيه كونها في طول درجة الشمس وإذا (٨) كان ذلك مما يتعذر فيجب أن يرصد بقرب (٩) ذينك الموضعين وعلى أقرب ما يمكن وبحيث لا يكون (١٠) بينه وبين الذي لا يمكن رصده كثير فرق يعتد به ويظهر للحس ولما رصدا على طرفي هذا (١١) القطر ومركز التدوير على أوج الحامل أو حضيضه فوجدت الزهرة ولها ميل شمالي أبدا قريبا من سدس جزء ووجد عطارد وله ميل في الجنوب أبدا قريبا من نصف ورع جزء فهذا ميل فلكيها (١٢) الخارجين وأمامسيرها (١٣)

(١) (فصل في معرفة مقادير هذه الميول والانحرافات) : غير موجود في د

(٢) د : غير موجود

(٣) د : دائرة

(٤) د : فتقرب

(٥) د : إذا

(٦) ب : منفرد - وفي د : منفرد

(٧) د : ما

(٨) د : فإذا

(٩) د : لقرب

(١٠) د : لا يمكن

(١١) د : غير موجود

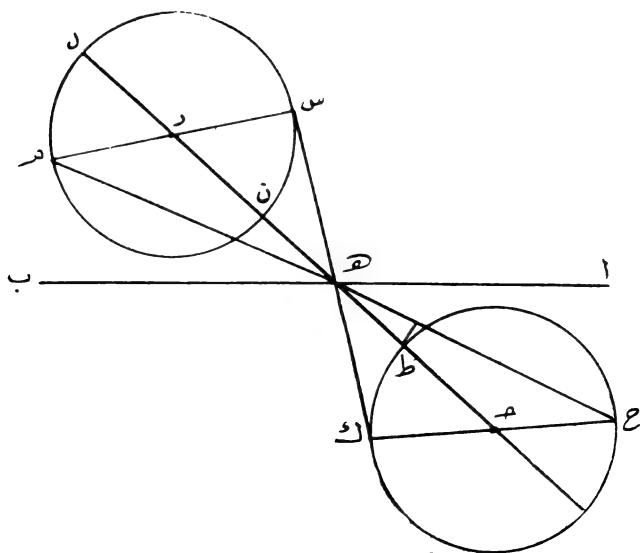
(١٢) د : فلكيها

(١٣) د : أمامسيرها

في أبعادها العظمى من الشمس فلأنها جميعا يريان في حال كونها على نهاية (١) الميل إلى الشمال أو إلى الجنوب من البعد الأعظم المقابل لما هما عليه بخمسة أجزاء تقريبا على الأمر الأوسط وذلك لأن الزهرة رصدت على طرف هذا القطر ومركز التدوير في أوج الحامل فكانت المخالفة المذكورة أقل من خمسة أجزاء ورصدت وهي (٢) على الحضيض من الحامل فكانت أكثر من خمسة أجزاء وهذا الاختلاف بسبب القرب والبعد والتفاوت في كليهما بحيث لا يعتد به فأقر الأمر على أن الوسط من الخلاف هو خمسة أجزاء ليكون نصفه وهو بهذا (٣) الميل الوسط جزئين (٤) ونصفا (٥) فإن المرصود غير (٦) الوسط وأما عطارده فقد وقع في رصده أقل وأكثر من خمسة أجزاء بنصف جزء لذلك (٧) السبب إلا أن (٨) الاختلاف (٩) في الزهرة كان (١٠) بما (١١) لا يعتد به لبعدها وفي عطارده بما (١٢) يعتد به لقربه وأما الكواكب الثلاثة الباقية يسهل فيها لإدراك ميل بانفراده بالرصد بل يعرف من طريق الهندسة فليتوهم سطح دائرة العرض قد قطع كرة التدوير مارا بمركز فلك التدوير وهو على أوج الحامل مرة وعلى حضيض الحامل مرة (١٣) أخرى فقطع أيضا سطح الحامل فحدث سطح (١٤) مشترك وهو (١٥) خط رجحان دل (١٦) و : ح (١٧)

-
- (١) د غاية
(٢) د وهو
(٣) د هذا
(٤) د جزوان
(٥) د ونصف
(٦) د على
(٧) د : وللك
(٨) د : بأن
(٩) د : الخلاف
(١٠) د : غير موجود
(١١) د : لما
(١٢) د : وما
(١٣) (د على حضيض الحامل مرة) : غير موجود في د
(١٤) د : فصل
(١٥) د : هو
(١٦) ف : - رجحان دل
(١٧) في هامش ب : [و : د حقيقه و : ح أوجه]

حضيضه و : د أوجه وقطع أيضا سطح البروج والفضل المشترك خط أ ب وليكن ه مركز البروج وليكن قطر التدوير على غابة الميل وأوجه المتحرك مرة ك إذا كان على حو مرة س إذا كان على د لأنه إذا دار لا محالة حول ه فصار إلى الجانب الآخر صارك حيث أعلمنا عليه س وكان (١) المريخ يرصد (٢) وهو على ميل نقطة ك في حال طرف الليل فكان (٣) عرضه (٤) (د ك) في الشمال وأما على



شكل (١٨)

ميل (٥) نقطة س في حال طرف الليل فكان عرضه سبعة أجزاء في الجنوب (٦) فتكون زاوية أ ه ك وزاوية ب ه س معلومتين (٧) ومختلفتي (٨) المقدار إذ ليس

-
- (١) د : فكان
 - (٢) د : رصد
 - (٣) د : وكان
 - (٤) د : غير موجود
 - (٥) د ، ف : مثل
 - (٦) ف : الهروب
 - (٧) د : معلومين
 - (٨) د : ومختلفتي

خطاح ه ه م^(١) متصلين على الاستقامة ولا خطاك ه ه س فيسهل الآن معرفة زاوية : ا ه ا التي لميل الحامل وقد كان اتضح في باب التعديل للمريخ أن القوس الواحدة من فلك التدوير يرى عند الأوج من الحامل والحضيض من الحامل^(٢) بزوايتين مختلفتين عند البصر نسبتها نسبة خمسة إلى تسعة ولا خلاف بين ما يوجب التعديل طولا وبين ما يوجب ذلك عرضا فيكون نسبة زاوية ح ه ك إلى زاوية د ه س كنسبة خمسة إلى تسعة فزاويتا أ ه ك ، ب ه س معلومتان ونسبتهما معلومة و : أ ه ح ، ب ه د^(٣) المتقاطعتان متساويتان ونسبة زاويتي ح ه ك ، د ه س معلومة فإذا كان نسبة الجملتين ومقدارهما^(٤) معلومين^(٥) ونسبة الباقي بعد حذف المتساويين معلومة^(٦) وإن كانا مجهولين قبل سهل حينئذ علم بمقدار الباقي وأنت تعلم أن نسبة ح ه ك إلى د ه س^(٧) كانت نسبة معلومة وزاويتا أ ه ك ، رهس كانتا^(٨) معلومتين^(٩) وإذا^(١٠) نقصنا^(١١) زاويتي أ ه ح ، ب ه د المعلومتين^(١٢) نسبة المساواة بقيت زاويتا ح ه ك ، د ه س المعلومتا^(١٣) النسبة علم كل واحدة منهما بالمقدار وعلم بعد ذلك ما يبقى^(١٤) على المحيط^(١٥) بمقداره^(٥) وكان قبل يحيط بنسبته وما يبقى هو

(١) د ، ف : ح ه ، م

(٢) (والحضيض من الحامل) : غير موجود في د

(٣) د : غير واضح

(٤) د : ومقدارهما

(٥) ب ، د : معلومان

(٦) د : معلوم

(٧) ب ، ف : د ه ر

(٨) د : غير موجود

(٩) ب ، د : معلومتان

(١٠) د : فإذا

(١١) د : انقصنا

(١٢) د : المعلومين

(١٣) د : المعلومين

(١٤) ف : ما يبقى

(١٥) (على المحيط) : غير موجود في د

(٥) تعيين ميل الفلك الحامل على سطح البروج :

في شكل (١٦٨) نأخذ سطح دائرة العرض المارة بقطبي البروج وبمركز التدوير في حالتيه :

الحالة الأولى : عندما يكون مركز التدوير عند نقطة د أوج الحامل

الحالة الثانية : عندما يكون مركز التدوير عند نقطة ح حضيض الحامل

ولنفرض أن سطح دائرة العرض يقطع سطح الحامل في الخط ر ح د حيث ه مركز البروج ،

كل واحدة من زاويتي (١) ح ه ك ، د ه س اللتين (٢) تخصان الميل الذى للتدوير عن الحامل فتكون زاوية ج ه ك ثلاثة أجزاء وثلاثا (٣) و : د ه س (٤) ستة أجزاء وتكون زاوية أ ه ح وزاوية ر ه د (٥) كل واحدة (٦) منهما جزءا واحدا ويلزم من (٧) ذلك أن قوس ط ك وهو قوس وتر (٨) زاوية الميل من

كما يقطع - سطح البروج فى الخط ا ب (لاحظ هنا أن سطح الحامل مائل على سطح البروج وأن فلك التدوير يتحرك على الحامل) .

ولنفرض أنه عندما كان التدوير عند نقطة د كان الأوج المتحرك نقطة س : وعندما كان التدوير عند نقطة ح كان الأوج المتحرك عند نقطة ك . أى أننا نعرف زاويتي ا ه ك ، ب ه س (لاحظ أنها مختلفتا المقدار حيث أن ه ك ليس على استقامة ه س) .

∴ يصبح من السهل معرفة زاوية ا ه ح وهى مقدار ميل الحامل على البروج وهى تساوى أيضا زاوية ب ه د
البرهان :

من معرفة النسبة بين البعدين ه د ، ه ح نعرف النسبة بين الزاويتين ح ه ك ، د ه س لأن

$$\frac{\text{ح ا ح ه ك}}{\text{ح ا د ه س}} = \frac{\text{نصف قطر التدوير}}{\text{نصف قطر التدوير}} \div \frac{\text{ه د}}{\text{ه ح}}$$

نفرض نسبة الزاويتين $\frac{\text{ح ه ك}}{\text{د ه س}} = \text{ل}$

ونحن نعلم قيمة الزاويتين ا ه ك ، ب ه س
فنفرض ا ه ك = م ، ب ه س = ن

∴ ا ه ح + ح ه ك = م ، ب ه د + د ه س = ن أى ا ه ح + د ه س = ن

∴ ا ه ح + ل × د ه س = م ، ا ه ح + د ه س = ن

وبتف د ه س بضرب المعادلة الثانية فى ل وطرحها من الأولى

∴ ا ه ح - ل × ا ه ح = م - ل ن

∴ ا ه ح = $\frac{\text{م} - \text{ل ن}}{\text{ل} - ١}$

أى أنه يمكننا معرفة قيمة الزاوية ا ه ح وكذلك زاويتي ح ه ك ، د ه س

(١) ب : غير موجود

(٢) ب ، د : اللتان

(٣) ب ، د : وثلاث

(٤) ف : [و : ح ه س]

(٥) د : ب ه د

(٦) د : واحد

(٧) د : غير موجود

(٨) ب : يوتر - وفى د : تدوير

التدوير جزعان (١) ورابع جزء أما في زحل والمشتري فلم تكن الزاويتان المرصودتان مختلفتين (٢) بما يعتد به في أوج الحامل وحضيضه بل يكون الاختلاف المحسوس حيث تعدى (٣) التدوير فإن العرض الذي يكون في المسيرات المضافة للظهور والاستتار يكون (٤) عندما يكون الكوكب في قرب الأوج من التدوير أما في زحل فجزئين (٥) بالتقريب وأما في المشتري فجزءا (٦) واحدا وأما في أحوال طرف (٧) الليل عندما يكون الكوكب في قرب الحضيض فلزحل إلى ثلاثة أجزاء والمشتري إلى جزئين ونسبة ما يوتره قوسان متساويتان إحداها متصل بأوج التدوير والأخرى يتصل بحضيض التدوير ومركز التدوير عند الأوج معلومة وهي (٨) إما لزحل فنسبة ١٨ (٩) إلى ٢٣ (١٠) وإما للمشتري فنسبة ٢٩ (١١) إلى ٤٣ (١٢) وإذا عرف ذلك فقد عرف نسبة زاوية ر ه ح (١٣) إلى زاوية ر ه ك وجملة زاوية ج ه ك معلومة إذ كانت توتر فضل ما بين المسيرين (١٤) في العرض اللذين (١٥) أحدهما عند الحضيض من التدوير والآخر عند الأوج وزاوية ا ه ح (١٦) هي التي كانت عند الحضيض (١٧) هي (١٨) بمقدار (١٩) العرض الحضيضي فتكون ك ه ح فضل العرض الأوجي على

-
- (١) ب ، د : جزئين
(٢) ب : مختلفتان - وفي د : مختلفتان
(٣) د : بعدي
(٤) د : فجزعان
(٥) ب : جزء
(٦) د : طرق
(٧) د : وتلك
(٨) د : يح - وفي ف : ١٩
(٩) د : كد
(١٠) د : ك ط
(١١) د : حـ
(١٢) د : ر ه ح
(١٣) د : المشتري
(١٤) ب ، د : الفى - وفي ف : اللذين
(١٥) د : ا ح
(١٦) في هامش ب : [عند الأوج هو مقدار العرض الأوجي وزاوية ا ه ك عند الحضيض]
(١٧) د : هو -
(١٨) د : مقدار

الحضيض^(١) إذا كانت زاوية $ا هـ$ لرصد الكوكب عند الحضيض معلومة ^(٢) وفضل ^(٣) عرض الأوج عليها معلوما صارت زاوية $ح هـ ك$ ^(٤) بأسرها معلومة ^(٥) فيعلم من قسمة زاويتي ^(٦) $ح هـ ك$ على النسبتين علم أن مقدار زاوية $ر هـ ح$ ^(٧) كم هي فيخرج في زحل (كو) دقيقة ^(٨) وفي المشتري (كد) دقيقة ^(٩) وتبقى زاوية $ا هـ$ الباقية وهي زاوية ميل ^(١٠) الحامل معلومة ^(١١) والمبلغ ما يبقى بعد حذف المعلومين فمن هذه الوجوه علمنا مقادير الميول الكلية فأما المقادير الجزئية فقد علمت من وجه نذكره .

فصل

في صفة عمل جداول للممرات الجزئية في العرض ^(١٢)

ثم اتخذ لها جداول أودعت عروض الخمسة المتجيرة في كل جدول منها من السطور مثل ما في جداول الاختلاف وصفوفها ^(١٣) خمسة فالصفان ^(١٤) الأولان للأعداد على ما علمت وأما الصفوف الثلاثة بعدهما فما كان للزهرة وعطارد ففيها ^(١٥) العروض عن فلك البروج التي يوجبها جزء من فلك التدوير في الميول العظمى أنفسها على أن الكوكبين يقرب العقليتين حيث فيه ميل واحد وأما للثلاثة الأخر فكذا

(١) فتكون $ك هـ ح$ هي فضل العرض الأوجي على الحضيض (: في هامش ب

(٢) د : معلوم

(٣) في هامش ب : (وفضلها على عرض الأوج معلوم)

(٤) ف : $ح هـ ك$

(٥) د : معلوم

(٦) د : زاوية

(٧) د : $ر هـ ح$

(٨) د : ($هـ كو$) بدلا من [(كو) دقيقة]

(٩) د : ($هـ كد$) بدلا من [(كد) دقيقة]

(١٠) د : مثل

(١١) (ميل الحامل معلومة) : مكرر في د

(١٢) فصل في صفة عمل جداول للممرات الجزئية في العرض (: غير موجود في د

(١٣) د : وصفوف

(١٤) د : غير موجود

(١٥) د : ففيها

وهي بقرب النهايات الشمالية مع ما فيه من ميل الحامل إذا وجب زيادته والصنف الروابع في الثلاثة العلوية لنظائر (١) تلك الأبعاد من النهايات الجنوبية مع (٢) ما فيه من ميل الحامل إذا وجب زيادته ووجه حساب ذلك أما في عطارذ والزهرة فعلى قانون هذا الشكل ليكن أ ب ج الفضل المشترك بين سطح البروج و سطح العرض القائم عليه وليكن نقطة ب مركز التدوير هناك وخط ه ب د (٣) الفضل المشترك بين سطح العرض (٤) و سطح التدوير المفرز (٥) لمدار (٦) الكوكب عليه (٧) و : ه الحضيض و : د الأوج ويكون عليه دائرة ر د ج ه تلك الدائرة في كرة (٨) التدوير ولا يجوز على نقطة ج وإن كان في السطح رثي (٩) مجتازاً عليه بل يكون ج في الجانب الآخر من السطح الذي لدائرة التدوير وليكن ه ط (مه) (١٠) جزءاً من ه الحضيض والكوكب على ط وليكن رب ح هو القطر المقاطع للقطر الأول هو (١١) على قوائمه فيكون منطبقاً على سطح البروج وليكن ط ك (١٢) عموداً على ه د في سطح هذه الدائرة موازياً لخط ب ح القائم عليه فيكون موازياً لسطح فلك البروج لا محالة ولنصل ط ب وليكن مطلوبنا زاوية ا ب ط لتعلمها من علمنا بزاوية ا ب ه المفروضة معلومة ومن خطي ا ب ، ب ه المعلومى (١٣) النسبة (١٤) فيخرج من نقطة ط عموداً على خط ه ب ونخرج من ك وهى في سطح دائرة العرض وعلى الفضل المشترك بين تلك الدائرة وفلك التدوير عمود ك ل على ا ب ج الذى هو الفضل

(١) د : نظائر

(٢) د : ممّا

(٣) ف : ب ه د

(٤) د : للعرض

(٥) د : المتقرر

(٦) د : بمدار

(٧) د : غير موجود

(٨) ف : فلك

(٩) د : يرى

(١٠) د : خمسة وأربعين

(١١) ب ، د : غير موجود

(١٢) ب : ا ك - وفى د ، ف : ك ل

(١٣) د : المعلومين

(١٤) د : من النسبة

بتقدير ب ط الذى هو نصف قطر التدوير وقد علم به غيره فلأن التدوير وقد علم به غيره (١) فلأن (٢) ل م مواز (٣) ل : ط ك و هما عمودان على سطح واحد فهو معلوم فمثلث ا ل م معلوم وزاوية م ا ل التى للطول معلومة ولأن (٤) ط م عمود على سطح البروج فزاوية ا م ط قائمة و : وأم معلوم : ط م المساوى ل : كل معلوم فزاوية م ا ط معلومة وهى للعرض (٥) وقد خرجت بالحساب لازهرة

(١) (فلأن التدوير وقد علم به غيره) : غير موجود فى د ، ف

(٢) د : ولأن

(٣) د : موازى

(٤) ف : لأن

(٥) يمين عرض عطارد والزهرة :

فى الشكل (١٦٩) نفرض أن سطح دائرة العرض يقطع سطح البروج فى الخط ا ب - حيث نقطة - مركز التدوير ، ولتكن نقطة ه المحضض ، ونقطة د الأوج ، ولنفرض أن الكوكب كان عند نقطة ط حيث زاوية ه ب ط معلومة .

نرسم القطر ر ب ح عموديا على القطر ه ب ذ فيكون هو تقاطع سطح البروج والتدوير ونسقط السقوط ل ك على ه د ، ونحى نقطة ك نسقط العمود ل ك على ا ب - ، كما نسقط من

نقطة ط العمود ط م على سطح البروج

والمطلوب يمين زاوية ط ا م وهى عرض الكوكب

فى المثلث ط ب ك :

زاوية ك قائمة ، زاوية ه ب معلومة ، وضلع ب ط معلوم

∴ يمكن أن نعرف الضلعان ط ك ، ك ب

وفى المثلث ب ك ل :

زاوية ل قائمة ، زاوية ب معلومة = ميل التدوير على البروج ، الضلع ك ب معلوم

∴ نستخرج من ذلك الضلع ب ل

∴ ا ل = ا ب - ب ل يصير معلوماً

لكن فى الشكل ط م ل ك :

ط م يوازى ك ل ، ط ك يوازى م ل

∴ الشكل متوازى أضلاع أى أن :

ل م = ط ك ، ل م عمودى على ا ب ، ط م = ك ل

وفى المثلث ل ا م :

زاوية ل قائمة ، والضلعان ا ل ، ل م معلومان

من ذلك نعرف قيمة ا م

وفى المثلث ط ا م :

زاوية م قائمة ، والضلعان ط م ، ا م معلومان

يستخرج من ذلك زاوية ط ا م المطلوبة

(١) ثم أراد أن يمتحن فعرف (٢) التفاوت الذى يقع للتعديل فى الطول بسبب كون الكوكب فى غاية عرض التدوير (٣) وبين كونه فى سطح البروج على ما جرى (٤) عليه الحساب قبل فعرض (٥) دائرة التدوير كأنها فى سطح البروج حتى تكون زاوية ك ا ط (٦) هى زاوية التعديل فى الطول فى (٧) هذا (٨) الشكل بأن جعل نسب ب ك (٩) إلى ك ط ، ط ا (١٠) تلك النسب وجعل ط ا يقوى عليها فاستخرج زاوية ط ا ل ثم استخرج لذلك (١١) زاوية م ا ل فخرج فى الزهرة أعظم (١٢) من زاوية م ا ل بدقيقتين وفى عطارد أصغر منها (١٣) بدقيقة واحدة (١٤) والوجه فى ذلك أن يطلب (١٥) الزوايا والمقادير فى الخطوط على ما كان يوجه التعديلات الماضية والسطحان منطبقان ثم يخرج التفاوت وأما حيث يجتمع (١٦) الميلاان ويكون الكوكب زحل والمشتري فليكن ا ج هو الفضل المشترك بين سطح العرض وسطح الحامل وعلى ج دائرة التدوير وبهذا يخالف (١٧) هذا (١٨) الشكل نظيره المتقدم إذ التدوير هناك على نقطة ب من فلك البروج لا نقطة ج من الخارج المركز وليخرج عمود ط ك على ه ج وعلى فلك البروج عمودى ط ل ،

(١) د : يامح

(٢) د : فيعرف

(٣) د : من التدوير

(٤) د : أجرى

(٥) د : ففرض

(٦) د : ط ا ل

(٧) د : غير موجود

(٨) د : فهذا

(٩) ف : ر ك

(١٠) د : ط ك ، ك ا - وفى ف : ك ط ، ب ا

(١١) د : كذلك

(١٢) د : وأعظم

(١٣) د : منه

(١٤) د : غير موجود

(١٥) د : نطلب

(١٦) د : يجتمع

(١٧) د : الخالف

(١٨) د : غير موجود

ك ب (١) ومن ك عمودك م (٢) على اجوويوصل السطح العرضى (٣) إلى ب
ونصل ب ل فيكون ك م ب (٤) كخط مستقيم لما (٥) يظهر من قصر ك م وقرب
ك ا ، م امن المساواة ولا (٦) تنحرف نقطة م انحرافا يوقع بين (٧) ك ، ب (٨)
زوالا كبيرا (٩) عن التفاد على قرب (١٠) استقبال طرفى ك ب (١١) إلا أن يطول
ك م طولاً يكثر (١٢) معه الزوال ولو كان خط ك م قد طال وزال عن سمت
الاستقامة بما يعتمد به لكان خط ك ب المستقيم قد يعلم مبلغه بالهندسة من معرفة خطى
ك م ، م ب اللذين سيعلمان (١٣) بأنفسهما بمعرفة (١٤) زاوية ك م ب التى هى مجموع
زاويتين سيعلمان بأنفسهما بسرعة لو كان هذا المجموع يحس (١٥) زاوية وهذا (١٦)
العمل واجب بحيث يخرج الحساب معلوما محسوسا فيحتاج أن لا يقتصر فى معرفة
ك ب المستقيم على أن يقال هو مجموع ك م ، م ب المعلومين بل يعلم منها على أنها
معلومان يحيطان بزاوية معلومة يوترها (١٧) ك ب المستقيم لا على أنها جزآه كيف (١٨)
كان فإن ك ب يكون عمودا على ب ل وعلى ط ك لأن السطح الذى نفذ (١٩) فيه

(١) د : ط ل يجب ك ب

(٢) د : ك ب

(٣) د : العرض

(٤) د : ك ي ب - وفى ف : ك م ن

(٥) ف : لا

(٦) د : فلا

(٧) فى هامش ب : [بين ك ب وبين ك م زوالا]

(٨) د : [ك وبين ك م] ب لا ن [ك ، ب]

(٩) د : كثيرا

(١٠) د : تقريب

(١١) د : ك ر ب

(١٢) د : يكون

(١٣) د : ستملمان

(١٤) د : معرفة

(١٥) د : عشر - وفى ب : غير واضح

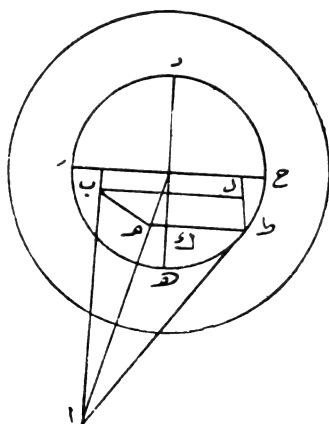
(١٦) د : ولهذا

(١٧) د : ويوترها

(١٨) د : ثم كيف

(١٩) د : نفذ

ك ط قائم على سطح البروج و سطح التدوير فيكون ك ب عمودا على خط يتصل به
 في السطحين ويكون ب ل ط ك متوازي الأضلاع قائم الزوايا ويعلم ك ح (١) كما
 علمت ط ك ومثلث ك ح م من زاوية ح التي لعرض التدوير وزاوية م القائمة وضلع
 ك ح فيصير ك ح م (٢) معلوما وخرج كم ٢٢ (٣) دقيقة (٤) وجميع ا ح



شكل (١٧٠)

وهو البعد من رأس الميزان معلوم فبقي (٥) ا م معلوما ويصير الك معلوما فيكون
 لا محالة قريبا من ا م (٦) في زحل والمشتري لا يفضل عليه بشيء يعتد به فيعلم مثلث
 ك م ا وزاوية ك ا م معلومة وزاوية (٧) ب ا ح (٨) قد علمت وزاوية م
 قائمة وخط ا م (٩) معلوم فيعلم خط ا ب فيكون جميع زاوية ب ا ك معلومة

-
- (١) د : ك ح
 (٢) ب : غير واضح - وفي د : (ك ح) بدلا من (ك م ، ح)
 (٣) في هامش ب : كما لأن جميع
 (٤) د : (كا) بدلا من (٢٢ دقيقة)
 (٥) د : فبقي
 (٦) د : ا م ر
 (٧) في هامش ب : ب ك ر
 (٨) ب : غير واضح
 (٩) ب : غير واضح

ومثلث ب ا ك معلوم (١) وخط ب ل أعنى ط ك معلوم وخط ا ل (٢) معلوم وزاوية ل قائمة لأن ل ب (٣) عمود على كل (٤) خط (٥) في سطح البروج فمثلث ا ب ل معلوم الزوايا والأضلاع فزاوية ب ا ل التي للطول معلومة وإنما كانت زاوية ب ا ل (٨) للطول لأن ب هو درجة طول الكوكب الوسط و : ا د درجة تقويمه ولأن خط ا ل (٩) معلوم وخط ط ل (١٠) أعنى ك ب معلوم و : ل قائمة فزاوية ط ا ل (١١) التي للعرض (١٢) معاومة وقد خرجت (١٣) بالحساب (١٤) للمشتري (ا ب) وبين أيضا التفاوت في الطول الذي يوجبه (١٥) العرض كما بين (١٦) في عطارذ والزهرة فخرج للمشتري قريبا من دقيقة ولم يظهر في المريخ اختلاف (١٧) يعتد به فهذه (١٨) الأشكال عرف مقادير الميول الجزئية بحسب مقتضى (١٩) الصفوف الثالثة (٢٠) وأما الصفوف الرابعة وهى التي وضعت للانحراف في الكوكبين عند كون المركز من التلوير على أوج الحامل أو حضبضه

(١) د : غير موجود

(٢) بين السطرين في ب : ا ر - وفى د : ا ب

(٣) د : ب

(٤) د : ك ل

(٥) د : و خط

(٦) ف : ا ب ل

(٧) [وإنما كانت زاوية ب ا ل الطول لأن ب ا ط التي للطول معلومة] : غير موجود د

(٨) د : ا ب ل

(٩) د : ا ن

(١٠) د : ط ا ن

(١١) د : ط ا ن

(١٢) د : القوس

(١٣) د : خرج

(١٤) د : غير موجود

(١٥) د : يوجب

(١٦) د : بين

(١٧) د : اختلافا

(١٨) د ، ف : فهذه

(١٩) د : غير واضح

(٢٠) ب : الثلاثة - وبين السطرين [الثالثة]

على أن توجد هذه الانحرافات غير مخلوطة بميل الخارج لثلاث تكثر (١) الجداول بذلك وبصعب الحساب وخصوصا في اعتبار المسيرات (٢) الصباحية والمساءية التي كانت تختلف ولا تتساوى ولأن ميل الحامل يختلف (٣) ولا يثبت فلنضع أن مركز التدوير (٤) على البروج وليكن منحرفا وليكن الفضل المشترك بين سطحى البروج والتدوير هو خط ا ب (٥) و : ا مركز (٦) البروج و : ب مركز التدوير الذى قطره ج ح (٧) وليكن منحرفا بحيث تكون الأعمدة الواقعة على نقط تفرض في خط (٨) ج ح على كل نقطة (٩) عمودان (١٠) في (١١) سطحى البروج والتدوير تحدث زوايا متساوية عند نقط بأعيانها و : ا ه مماس و : ا ر د كيف اتفق وعلى ج ح (١٢) من نقط ر ، ه ، د أعمدة ر ل ، ه ك ، د ط (١٣) وعلى فلك البروج منها أعمدة ر س ، و ن ، د م (١٤) ونصل ط م ، ك ن ، ل س ، ا س ، ان ، اس م (١٥) ويكون اس م خطا مستقيما لأنه (١٦) على (١٧) نقط ثلاث تقاطع في سطحين أحدهما سطح البروج والثاني السطح الذى يمر على نقط ا ، ر ، د وتقاطع البروج على قائمة فإذا ن عمودا (١٨) د م ، رس في ذلك السطح ولا شك

(٢) د : مسيرات

(١) د : يتكرر

(٣) د : مختلف

(٤) د : غير موجود

(٥) ب ، د : ا ب المشترك بين سطحى البروج والتدوير .

(٦) د : [و : او كذ] بدلا من [و : ا مركز]

(٧) د : د ح

(٨) د : غير موجود

(٩) (على كل نقطة) : غير موجود في د

(١٠) د : عمودا

(١١) د : وفي

(١٢) د : غير موجود

(١٣) د : ر ل ، ه ك - وفي ف : ر ل ، ه ك ، ح ط

(١٤) د : رس ، ه ن - وفي ف : رس ، ه ن ، د م

(١٥) د : ط م ، ك ن ، اس ، ان ، س م - وفي ف : ط م ، ك ن ، ل س ، اس ، ان ، س م

(١٦) د : لأنها

(١٧) د : غير موجود .

(١٨) ب ، د : عمودى

أن نقطة ب في ذلك (١) السطح ومعلوم أن زاوية العرض لهذه النقطة هي زوايا (٢) رام ، ه ا ن ، ر ا س (٣) وزاوية الطول هي زوايا (٤) ط ا م ، ك ا ن ، ر ا ل (٥) فنقول إن زاوية ه ا ن أعظم الزوايا العرضية فلأن زاوية ه ا ك أعظم من سائر الزوايا التي تقع عندا وخط ك ه (٦) أطول من خط د ط وأما خط ا ه فأقصر من ا د (٧) فيجب (٨) أن تكون نسبة خط ك ه إلى ه ا أعظم من نسبة ط د ، د ا (٩) بل نسبة ل ر ، ر ا (١٠) الشبيهة (١١) بنسبة ط د ، د ا (١٢) لكن نسبة ك ه إلى ه ا (١٣) كنسبة ط د إلى (١٤) د م (١٥) وأيضا نسبة ل ر ، ر س كنسبة ط د (١٦) د م لأن المثلثات متشابهات لأنها قائمة الزوايا (١٧) التي (١٨) على البروج وعلى كل خط يخرج في سطحه مثل خطوط ط م ، ك ن ، ل س (١٩) ولأن خطوط م د ، د ط ، س ر ، ر ل (٢٠) كل يوازي نظيره من ه ، ه ك (٢١) لأنها كلها أعمدة أما د م ، ه ن : من المناظرات فعلى سطح البروج وأما د ط ،

(١) د : ذ و ك

(٢) د : زاوية

(٣) ف : د ا م ، ه ا ن ، ر ا س

(٤) د : زاوية

(٥) ف : ط ا م ، ك ا ر ، د ا ر

(٦) د : ط ه

(٧) د : ا د

(٨) د : يجب

(٩) د : ط د ، د م

(١٠) د : ا ب ، ز ا

(١١) ف : الشبيه

(١٢) د : [ط د] بدلا من [ط د ، د ا]

(١٣) ف : ه د

(١٤) د : غير موجود

(١٥) ب : غير واضح .

(١٦) [كنسبة ط د] : في ه ا ن ب ، وغير موجود في ف

(١٧) (لأن المثلثات متشابهات لأنها قائمة الزوايا) : غير موجود في د

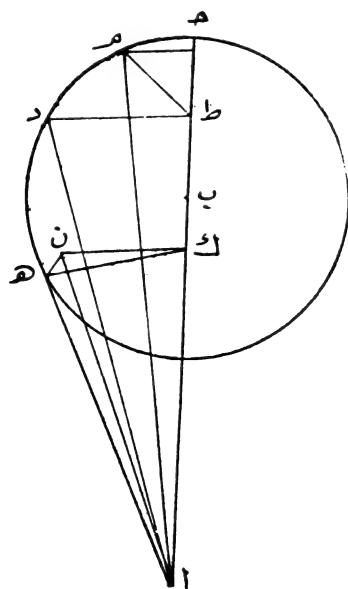
(١٨) د : وأيضا التي

(١٩) د : م ط ، ب ك ، ب س - وفي ف : ط م ، ب ك ، ل س

(٢٠) د : ب د ، ط س ، ب ط ، ر ل .

(٢١) د : ر ه ، ه ل

هـ ك ، رل المتناظرات (١) فعلى خط ج ح (٢) فإذا كانت نسبة ن ه ، هـ ك (٣) مثل نسبة م د ، د ط (٤) ونسبة (٥) ك ه ، هـ أ أعظم من نسبة م د ، د ا (٦) كانت (٧) لا محالة نسبة ن ه ، هـ أ أعظم من نسبة م د ، د ا (٨) ومن نسبة م س ، ر ر ا (٩) وزوايا م ، ن ، س قوائم يبنى زاوية هـ ا ر أعظم من كل واحدة من زاويتي رأس ، د ا م (١٠) وكذلك من (١١) جميع الزوايا الواقعة على هذه الصفة ومعلوم



شكل (١٧١)

-
- (١) (فعل سطح البروج وأما د ، هـ ك ، رل المتناظرات) : فى هاش ف .
 (٢) د : م ح
 (٣) د : ب هـ ، هـ ك
 (٤) د : م د ، ب ط - وفى ف : م د ، د ط
 (٥) فى هاش ب : سيد ل د ونسبة
 (٦) ب : غير واضح وفى الهاش [ومن نسبة ل ر ، ر ا]
 (٧) د : كان
 (٨) (كانت لا محالة نسبة ن ه ، هـ أ أعظم من نسبة م د ، د ا) : غير موجود فى ف
 (٩) د : ا ر ، ر ا
 (١٠) د : ر اى ، د ا م
 (١١) د : ن

أيضا ثن الزيادات (١) والنقصانات الواقعة (٢) في الطول تسبب (٣) الانحراف أكثرها ما كان عنده ثم ما يليه لأن تاء الزيادات والنقصانات تشتمل عليها الزاوية التي توتر التفاضل بين خطوط ط د ، ك ه ، ل ر (٤) وبين خطوط ل س ، ك ن ، ط م التي للطول ولما كانت نسبة ك ه إلى فضله (٥) على ك ن كنسبة ط د إلى فضله على ط م وكنسبة (٦) ل ر (٧) إلى (٨) فضله على ل س وكانت نسبة ك ه إلى ه أ (٩) أعظم فإذا ن نسبة فضل ك ه على ك ن إلى ه أ أعظم من نسبة فضل نظيره (١٠) على نظيره (١١) إلى د ا ، ر (١٢) وكذلك في سائر النظائر التي بالقوة وبين أيضا أن نسبة أعظم الزيادة والنقصان في الطول إلى أعظم المسير في العرض كنسبة الزيادات والنقصانات في الطول إلى المسيرات في العرض في النقط الأخرى فإن نسبة ك ه ، ه ر (١٣) كنسبة ل ر ، ر س و : ط د ، د م ونفائثرها ثم أراد أن يبين كيفية السبيل إلى استخراج مقدار الزاوية الانحرافية عند مركز التلوير بعد أن يكون عرض الكركب معلوما فليكن أ ب ح د (١٤) كما كان و : ا د المماس و : در (١٥) عمود منه على قطر التلوير و : د ح على البروج ونصل ر ح ، ب د ، ح ا ونريد أن نعلم مقدار زاوية (١٦) د ر ح من علمنا بزاوية (١٧) د ا ح أغنى الزاوية العرضية (١٨) وهي معلومة في كل واحد

(١) د : لزيادات

(٢) في هاشب : على هذه الصفة - وفي د : الواقعة على هذه الصفة .

(٣) ف : غير واضح

(٤) ب : غير واضح - وفي د : ل ر ، ط د ، ك ه ، ر

(٥) د : فضله

(٦) د : [و : ل ر]

(٨) ب : حل

(٩) ف : م ا

(١٠) د : نظيره

(١١) د : نظيره .

(١٢) د : د ا ، ل ا

(١٣) د : ك ه ، ه ن

(١٤) ف : ا ب ح

(١٥) د : [و : د ا]

(١٦) (مقدار زاوية) : غير موجود في د

(١٧) د : زاوية

(١٨) د : غير موجود

من انحرافات الزهرة وعطارد بالرصد . قال فلأن نسبة البعد الأقرب والأبعد والأوسط إلى ب د معلوم في الكوكبين والحساب هاهنا (١) على البعد الأوسط (٢) وقد فرضت (٣) زاوية العرض وسطا (٤) بين التي رصدت (٥) في الأوج ورصدت (٦) في الحضيض وعلى قريب من النصف من اب (٧) فيصير خط د ا معلوما لأن اب ، ب د (٨) معلومان ولأن مثلث ب د ا القائم الزاوية وأخرج فيه من د عمود على ب أ (٩) فتشابهت (١٠) المثلثات فنسبة ب ل (١١) إلى ا د كنسبة ب د إلى د ر ف : د ر معلوم ولأن زاويتي ا ، ح القائمة وضلع (١٢) أ د من مثلث ا د ح معلومات (١٣) فهو معلوم ف : د ح معلوم و : ر د معلوم وزاوية ح (١٤) قائمة فزاوية ر د ح معلومة وقد خرجت (١٥) بالحساب (١٦) في الزهرة ثلاثة أجزاء ونصفا (١٧) من أربع قوائم ما يكرن كل قائمة تسعين (١٨) وفي عطارد سبعة أجزاء ولأن (١٩) د ح (٢٠) عمود على سطح البروج فهو عمود على أ ح و : ا د ، د ح معلومان ف : أ ح معلوم

(١) ف : منها

(٢) (إلى ب د معلوم في الكوكبين والحساب منها على البعد الأوسط) : في هاش ف

(٣) د : فرض

(٤) د : وسطى

(٥) د : رصد

(٦) د : رصد

(٧) (من اب) : غير موجود ف، د

(٨) د : اب ، ي د

(٩) د : ا

(١٠) د : فتشابهت

(١١) ب : غير واضح - وفي د : ب ا

(١٢) ف : وطلع

(١٣) د : معلوم

(١٤) ب : ح

(١٥) د : خرج

(١٦) د : غير موجود

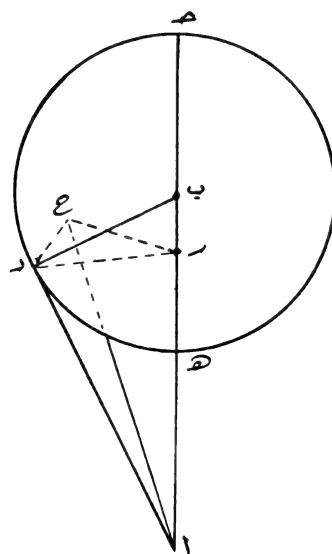
(١٧) د : ونصف .

(١٨) د : تسعون

(١٩) ف : فلأن

(٢٠) د : د ح

فيعلم أيضا مثلث ر أ ح وزاوية ر أ ح (١) (مه نح) (٢) من أربع قوائم في الزهرة وفي عطارد (ك مط) (٣) من أربع قوائم وكذلك مثلث ر أ د وزاوية (٤)



شكل (١٧٢)

ر أ د (مه نط) (٥) من أربع قوائم للزهرة وفي عطارد (ك نه) (٦) إلا أن (٧) زاوية ر أ ح زاوية الطول عند الانحراف و : ر أ د زاوية الطول لولم يكن انحراف فالتفاضل معلوم ووجد في الزهرة دقيقة واحدة وفي عطارد ست دقائق ولما نظر في مثل هذا الشكل بعينه ووضع مقدار الانحراف على ما وجد فرجع بالعكس

(١) د : غير موجود

(٢) د ، ف : مه مع

(٣) د : ر ك مط - وفي ف : ك مط

(٤) ف : ومثلث

(٥) د ، ف : مه يط

(٦) د ، ف : ك به

(٧) د : [لأن] بدلا من [إلا أن]

فوجد الزوايا التي عند البصر موافقة لما رصد في كوكبي الزهرة^(١) وعطارد وعند أوج الخارج وحضيضه وأما كيف يعلم ذلك فإنه لما كانت^(٢) نسبة ب ، ب د معلومة ف : أ د معلوم لكن نسبة ب أ ، أ د كنسبة ب د ، در ف : در معلوم ولأن زاوية الانحراف معلومة وضعت و : ح قائمة و : را معلوم فمثلث أ ر ح معلوم ولأن زاوية ح قائمة وزاوية د معلومة و : د ح^(٣) معلوم^(٤) فمثلث د ر ح معلوم ويعلم عن قريب مثلث ح ا د^(٥) القائم الزاوية ح ويعلم^(٦) زاوية د ا ح العرضية وخرج في الكوكبين وفي البعدين المتقابلين فوجد أقل عن^(٧) الحضيض وأكثر عند الأوج عما وجد بالوسط بالرصد^(٨) بما لا يحس في الزهرة وفي عطارد ووجد في البعد الأصغر أزيد من الوسط بست عشرة^(٩) دقيقة وفي الأعظم أنقص منه بثلاث عشرة دقيقة فوضع التفاوت بالتقريب بربع درجة وقد^(١٠) تبين أن نسبة عدد التعاديل العظمى في العرض إلى المسيرات العظمى في العرض كنسبة التعاديل الجزئية في الطول وسائر أقسام التنوير إلى المسيرات الجزئية في العرض فأثبت من ذلك بسهولة ما يحتاج إليه في الصفوف الرابعة التي للزهرة^(١١) وعطارد في مسير العرض الانحراف لكنها إنما تثبت فيها ما يجب من قبل الانحراف الذي بحسب الوسط وأما^(١٢) النضل الذي يكون من قبل فلكيها^(١٣) الخارجى^(١٤) المركز وأيضا من قبل التفاوت الذي يكون عند البعدين المتقاطرين لعطارد الذي ذكرناه فإن ذلك يمكن أن يصح باعتبار التعديل المأخوذ

(١) د : زهرة

(٢) د : كان

(٣) ف : [و : د]

(٤) د : [و : ر ح معلوم و : د معلوم] بدلا من [وزاوية د ح : د معلوم]

(٥) د : ح ا د

(٦) د : فيعلم

(٧) د : عند

(٨) د : غير موجود

(٩) د : غير موجود

(١٠) د : فقد

(١١) د : لزهرة

(١٢) د : قائما

(١٣) د : فلكيها

(١٤) ب : الخارج

من التفاوت فإنه إذا عرف أعظم التعديل في الطول لكوكب عطارد والزهرة وكان العرض الانحرافى غايته^(١) جزءان^(٢) وكانت التعاديل الجزئية التى هى أقل من تمام التعديل معلومة^(٣) في الطول ونسبته إلى التعديل كله معلومة فبأخذ في الموضع الذى يريد أن يحسب^(٤) له ما نسبته إلى جزئين وثلاثين نسبة للتعديل الخاص بذلك الجزء^(٥) من الاختلاف في ذلك الموضع الذى فيه^(٦) المركز إلى أعظم التعديل مثل ذلك الجزء من الجزئين والثلاثين^(٧) فما حصل يثبت في الصف الرابع بإزاء ذلك العدد وأما الصفوف الخماس فهى للتعديل العرضى الكائن بحركة مركز التدوير في الحامل وقد كنا علمنا أن ما يحدث من ميول أفلاك التداوير التواء وانحرافا وعوداتها في الدوائر الصغار المذكورة تكون^(٨) على قياس العودات إلى التلك الخارج المركز وكانت^(٩) مقادير هذه الميول والانحرافات قريبة مما للقمر في ميله ليس بينهما تفاوت يعتد به وكانت الزوالات الجزئية التى نحن في طلبها قريبة وكان حساب ذلك في باب القمر مما قد قرغ منه فليقل^(١٠) إلى ما هاهنا لكننا^(١١) نضربها في اثني عشر لأنها نسبت هناك إلى خمسة وهاهنا إلى ستين .

فصل

في حساب تباعد الكواكب الخمسة في العرض^(١٢)

فمضى أردنا أن نحسب حساب العرض أما في زحل والمشتري والمريخ فلما ندخل الطول المعدل في الجدول الذى للكوكب الموضوع للعدد أما للمريخ فبأخذ بحاله وأما

(١) ف : عامة

(٢) د : ووثون - وفي هامش ب : ووثلون دقيقة

(٣) د : معلوما

(٤) د : يحد

(٥) د : الجزء الجز

(٦) د : منه

(٧) ب : و ثلثي - وبين السطرين [وثلاثين] - وفي د : و

(٨) د : يكون

(٩) د : فكانت

(١٠) د : فينقل

(١١) د : لكننا

(١٢) [فصل في حساب تباعد الكواكب الخمسة في العرض] : غير موجود في د

للمشتري فينقص (١) منه عشرين جزءاً وأما لزحل فيزيد عليه خمسين بسبب ما بين الأوج والحد الذي منه حساب العرض فيأخذ (٢) دقائق الصف الخامس ثم نأخذ الاختلاف المعدل فندخله في سطور العدد ثم ننظر فإن كان الطول المعدل وقع في السطور الخمسة عشر الأولى أخذنا ما يلزأنها من الثالث وإلا من الرابع وضر بنائه (٣) في الدقائق التي أثبتناها من الرابع (٤) فما اجتمع فهو عرض الكوكب وإن أخذت من الثالث فهو شمالي وأن أخذت من الرابع فهو جنوبي وأما في الزهرة وعطارد فيدخل عدد (٦) الاختلاف المعدل في سطور العدد ويأخذ (٧) ما يلزأها من الثالث ومن الرابع في الزهرة ونثبتها مفردتين وأما في عطارد فنأخذ الثالث على وجهه وننظر في الرابع فإن كان الطول المعدل في الخمسة عشر الأول (٨) وهي (٩) أقسام الصف الأول إلى تسعين متزايدة (١٠) بستة ستة (١١) لا بثلاثة ثلاثة (١٢) فإن ذلك بعدها نقصا (١٣) ما في الرابع عشر من الأجزاء المأخوذة وإن كان بعدها زدنا عليه عشر ذلك نطلب الحد ونثبتة ثم نزيد على الطول المعدل للزهرة تسعين أبداً ولعطارد مائتين (١٤) وسبعين (١٥) فإن زدنا (١٦) على دورة أسقطناها وأخذنا الباقي فما حصل أدخلناه سطور (١٧) العدد ونظرنا إلى ما يلزأها من دقائق الخامس وأخذنا (١٨) بمقداره من الثالث فما حصل فهو العرض

(٢) د : فنأخذ

(١) د : غير موجود

(٣) د : وضر بنا

(٤) [من الرابع] : غير موجود في د

(٥) د : فإن

(٦) د : عند

(٧) د : ونأخذ

(٨) ب : الأولى - وفي د : الأول

(٩) د : فهي

(١٠) د : فزايده

(١١) د : غير موجود

(١٢) د : غير موجود

(١٣) د : نقصناه

(١٤) د : مائتي

(١٥) د : وسبعين جزءاً

(١٦) د : زاد

(١٧) د : في سطور

(١٨) د : فأخذنا

فإن كان الطول المعدل مع الزيادة واقعا في السطور الخمسة عشر الأولى نظرنا فإن كان عدد الاختلاف المعدل في تلك الخمسة عشر فالعرض جنوبي وإلا شمالي وإن لم يقع الطول المعدل مع الزيادة (١) في تلك (٢) الخمسة عشر (٣) من تلك (٤) السطور الأولى (٥) نظرنا في عدد الاختلاف المعدل فإن كان في الخمسة عشر (٦) الأولى في الشمال وإلا ففي (٧) الجنوب ثم يعود (٨) مرة أخرى إلى الطول المعدل فيأخذ (٩) في الزهرة كما هو وفي عطارذ مزيدا عليه (قف) (١٠) جزءا ويدخله (١١) في (١٢) سطور العدد وينظر (١٣) إلى ما يلزائه من دقائق الصف الخامس وأنه كما يكون من ستين فئأخذ (١٤) بذلك المقدار من الرابع المعدل الذي أثبتناه (١٥) للعرض (١٦) ثم إن كان الطول الذي أدخل أيضا في الخمسة عشر الأولى نظرنا إلى عدد الاختلاف المعدل فإن كان دون (١٧) (قف) (١٨) كان شماليا وإلا (١٩) جنوبيا وإن كان الطول ليس يقع في تلك كان الأمر بالعكس فكان إن كان الاختلاف المعدل دون (قف) (٢٠) فالعرض جنوبي وإلا فهو شمالي ثم تأخذ (٢١) هذه دقائق التي وجدت لإدخالنا الطول

-
- (١) [المعدل مع الزيادة] : غير موجود في د
 (٢) د : غير موجود
 (٣) د : الخمسة عشر الأولى
 (٤) [من تلك] : غير موجود في ب
 (٥) [من تلك السطور الأولى] : غير موجود في د
 (٦) د : الخمس عشرة
 (٧) د : في
 (٨) د : نمود
 (٩) د : فئأخذ
 (١٠) د : مائة وثمانين
 (١١) د : و ندخله
 (١٢) ب : بين السطرين - وفي د ، ف : غير موجود
 (١٣) ب ، د : ونظرنا
 (١٤) ب ، د : فئأخذنا
 (١٥) في هامش ب : فئأثبتناه
 (١٦) د : فئأثبتناه للعرض - وفي ف : المرغض
 (١٧) د : دور
 (١٨) د : مائة وثمانين
 (١٩) د : وإلا كان
 (٢٠) د : مائة وثمانين
 (٢١) د : فئأخذ

هذه الكرة الأخيرة فنأخذ منها ما نسبته إليها نمة الدقائق نفسها إلى مستين فما حصل أما في الزهرة فنأخذ سدسه (١) ونضعه للشمال وأما في عطارد فنأخذ نصفه وربعه ونضعه للجنوبي فنقف (٢) من هذ الحسابات الثلاثة ونقصان بعضها من (٣) بعض وزيادة بعضها على بعض بحسب ما يجب من اتفاق الجهات واختلافها على عرض الكوكب من فلك البروج .

فصل

في ظهور الكواكب الخمسة واختلافها (٤)

ولما فرغ من بيان أمر عروض الكواكب شرع في إيانة الحال في (٥) ظهور الخمسة واختلافها وقد يختلف ذلك فيها وفي الثابتة لأسباب ثلاثة أحدها لاختلاف أعظامها والثاني (٦) لاختلاف ميل (٧) فلك البروج على (٨) أفق وثالثها (٩) من قبل اختلاف عروضها فليكن ج د (١٠) قطعة من فلك البروج و : ا ب من الأفق وليتقاطعا (١١) على ه وليكن ر ب د من دائرة الارتفاع وليكن د موضع الشمس الذي إذا كان عليه ظهر الكوكب أما زحل والمشتري والمريخ فصباحيا (١٢) إذا سبقتها (١٣) الشمس وأما الزهرة وعطارد فمساء (١٤) أيضا إذ تسبق الشمس فإن

(١) د : و نصفه

(٢) د : فنقف

(٣) د : عن

(٤) [فصل في ظهور الكواكب الخمسة واختلافها] : غير موجود في د

(٥) د : من

(٦) د : والثانية

(٧) د : غير موجود

(٨) ب : عن

(٩) د : و الثالثة

(١٠) د : د ه

(١١) ف : ولتقاطعا

(١٢) د : فصباحا

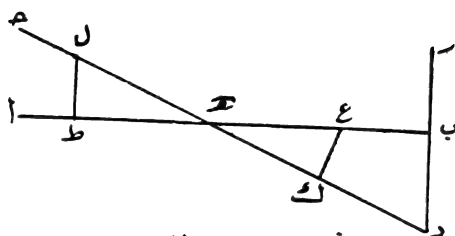
(١٣) ف : سيقها

(١٤) د : فمساء

كلان الكوكب على نفس البروج فليوضع أنه بطلع على التقاطع لا محالة فليكن ذلك التقاطع مثل ه وإن كان ماثلاً طلع إما شمالياً عند ح مثلاً (١) وإما جنوبياً عند ط ولنخرج ح ك وكذلك (٢) ط ل عمودين على ح د (٣) فيكون قوس ب د قوس بعده الشمس عن الأفق وقوس ه د قوس بعده الكوكب عن الشمس في البروج (٤) ومعلوم أنه كلما كان الكوكب أنور وأعظم (٥) كن ب د ، ه د أقصر وأنه قد (٦) يكون ب د (٧) بحاله لكن يختلف ه د بحسب اختلاف ميل (٨) أجزاء فلك البروج فيكون أقصر مرة وأطول أخرى وأنه كلما زاد الميل صغرت زاوية ب ه د فطال (٩) خط ه د وكلما نقص كبرت الزاوية فقصر خط ه د وأنه قد يكون الميل واحداً بعينه إلا أن الكوكب لا يكون على فلك البروج فيطالع على ه بل ربما طلع ودو على (١٠) سمت (١١) ح فكان بعده في الطول ذلك (١٢) أو على (١٣) سمت ط (١٤) فكان بعده في الطول ه ل ولا بد في (١٥) استخراج جزئيات (١٦) هذا العرض من أن نفرض مقادير قسي الانحطاط للشمس على الأفق وهي (١٧) قسي ب د لكوكب كوكب بحسب أرصاد صيفية ليكون الهواء أرق (١٨) ومرتانية

-
- (١) د : ميلا
(٢) ف : وذلك
(٣) د : ح د ، ا ب
(٤) د : البرج
(٥) د : أعظم وأنور
(٦) ب : فلا
(٧) ف : غير موجود
(٨) د : غير موجود
(٩) ف : وطال
(١٠) ب : بين السطرين - وفي ف : غير موجود
(١١) د : سبب
(١٢) د : له - وفي ف : ه ط
(١٣) د : [أو ط على] بدلا من [أو على]
(١٤) د : غير موجود
(١٥) د : مكرر
(١٦) ف : جزئيات
(١٧) ب : وهو
(١٨) د : غير واضح

ليكون ميل البروج على الأفق معتدلاً نوجد (١) كوكب زحل في رأس السرطان يظهر عن بعد من حقيقة مكان الشمس مبلته (بد) جزءاً (٢) والمشتري (يب) (



شكل (١٧٣)

جزءاً (مه) دقيقة (٣) والمريخ (بد) جزءاً ونصف (٤) والزهرة تظهر عشاء والبعدها جزءاً وثلثان (٥) وعطارد (با) جزءاً ونصف (٦) فلنعد الشكل ونأخذ خطوطاً مستقيمة مكان القسي إذ لا كثير فرق بين الأوتار والقسي في هذا الحساب عند الحس وليكن نقطة ه رأس السرطان والظهور (٧) الصباحي في الثلاثة والمسائي للزهرة وعطارد وليكن الإقليم حيث أطول نهاره (بد) ساعة وربع استوائية إذ أكثر الأرصاد القديمة والحديثة إنما انفتت في هذا الإقليم وتكون زاوية ب ه د معلومة : ه د معلوم (٨) وزاوية ب الشمسية قائمة فيعلم ب د إما نزحل (٩) والمشتري فلا يكون لها (١٠) في رأس السرطان ميل عن البروج فيكونان (١١) بقرب نقطة د وأما المريخ فيكون له عرض خمس جزء فيكون مثلاً سمته على ح ودرجته ك فيعلم مثلث ح ك ه بسهولة : د ك وهو

(١) د : فوجد

(٢) د : غير موجود

(٣) د : (يب مه) بدلا من [(يب) جزءاً ، (مه) دقيقة]

(٤) د : [يدك] بدلا من [(يد) جزءاً ونصف]

(٥) د : [ه م] بدلا من [ه جزءاً وثلثان]

(٦) د : [يا ك] بدلا من [(يا) جزءاً ونصف]

(٧) د : والظهور

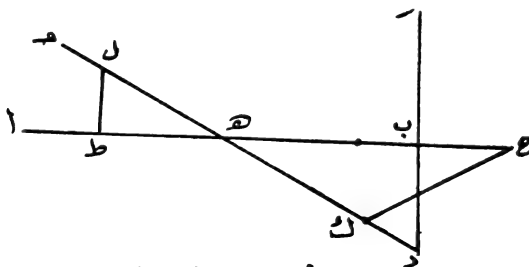
(٨) د : معلومة

(٩) د : زحل

(١٠) د : له

(١١) د : فيكون

بعد المريخ عن الشمس عن هذه الرؤية . معلوم (١) بالرصد وجميع د ه (٢) معلوم فيعلم خط ب د فيخرج في زحل (يا) جزء (٣) وفي المشتري (ي) أجزاء (٤) وفي المريخ (يا) جزءا ونصف (٥) وأما في الزهرة وعطارد فلأن قوس رؤيتهما من الشمس معلوم وموضع الشمس معلوم (٦) بالحقيقة فيعلم بالوسط فيكون هر وسطهما في الطول وإذا كان الوسط معلوما عرف اختلافهما وإذا عرف ذلك (٧) عرف موضعهما في فلك التلوير وإذا عرف موضعهما في فلك التلوير عرف مقدار ميلهما وانحرافهما



شكل (١٧٤)

نعرف عرضهما من فلك البروج وإذا عرف ذلك عرف سائر الأشياء على ما قبل وعرف د ب وهو مقدار التعديل الكلي ويخرج د ب في الزهرة خمسة أجزاء وفي عطارد عشرة أجزاء .

فصل

في أن ما يرى من خواص ظهور الزهرة وعطارد واختفائها موافق للأصول التي وضعت لهما (٨)

قال والأمر الذي يظهر بين اختفاء الزهرة مساء وظهورها صباحا إذا كانت في أزل الحوت في (٩) مدة يومين واختلاف (١٠) عطارد في الظهور المسائي في مبادئ

- | | |
|--|--|
| (١) د : معلوم | (٢) د : م ر |
| (٣) د : غير موجود | (٤) د : غير موجود |
| (٥) د : [ياك] بدلا من [يا] جزءا ونصف | |
| (٦) د : يكون معلوما | (٧) د : اختلافهما |
| (٨) [فصل في أن ما يرى من خواص ظهور الزهرة وعطارد واختفائها موافق للأصول التي وضعت لهما] : غير موجود في د | |
| (٩) ف : غير موجود | (١٠) في هاشب : اخلال - وفي د : واحدلال |

من وسط نفسها الذى هو وسط الشمس بثلاثة أجزاء وأربع عشرة دقيقة والكوكب يسار به (١) فى هذا الوقت فى حصة هذه (٢) الأجزاء من المعدل إلى المغرب قدما (٣) إذ (٤) كان عند الحضيض من التدوير بحسب كما يوقف عليه من الجدول ما يكون جزءا واحدا وربع جزء والكوكب يقطعه فى قريب من يومين فقد وجد موافقا تم بين (٥) هذه المطابقة فى مبدأ السنلة فتكون الزهرة فيها جنوبية وتقع إلى ل ط دون ح ك فمن معرفة دب الذى هو البعد الكلى و : ل ط (٦) الذى هو العرض المعلوم ومساويا للذى عند أول الخوت (٧) يعام سائر الأشياء فخرج (٨) جسيح دل بالحساب «يح» (٩) جزءا ودقيقتين (١٠) والرجوع الذى بصيب هذا القدر هو سبعة أجزاء ونصف (١١) وهذا للمسانى والصباحى (١٢) قد يخرج ٦ أجزاء و : (لح) دقيقة (١٣) ويصبيه من التقدم أى الرجوع جزءا (١٤) ونصف وذلك كله قريب من عشرة أجزاء ويقطعه فى قريب من ستة عشر يوما فقد خرج مطابقا وقد بين مثل ذلك فى شكلين لعطارد ونقطة ه فى أول العقرب فخرج خط دل (كب) جزءا (١٥) لكن البعد الأعظم لعطارد فى مثل هذا الموضع لا يزيد على (ك) جزءا و (يح) دقيقة (١٦) فيجب

-
- (١) د : (يساويه) بدلا من [يسار به]
(٢) د : هذا
(٣) د : قدما
(٤) د : إذا
(٥) د : بين
(٦) د : (و : ي ط و : و : ي ط)
(٧) د : غير موجود
(٨) د : فيخرج
(٩) د : فى هامش ب : ي ب - وفى ف : لح
(١٠) د : [ب] بدلا من [(يح) جزءا ودقيقتين]
(١١) د : [ر ل] بدلا من [سبعة أجزاء ونصف]
(١٢) د : والصباحى
(١٣) د : (ولح) بدلا من [٦ أجزاء ، (لح) دقيقة]
(١٤) د : جزئين
(١٥) د : [هو كب] بدلا من [(كب) جزءا]
(١٦) د : [ك لح] بدلا من [(ك) جزءا ، (يح) دقيقة]

ضرورة أن نحل (١) ثم نجعل (٢) نقطة د (٣) أول الثور فخرج دل (كب
 يو) (٤) وأعظم بعد عطارد هاهنا (كب) جزءا و (يح) دقيقة (٥) فلذلك يجب
 أن يحل (٦) فلا يظهر .

فصل

في المسلك إلى معرفة الأبعاد الجزئية

عن الشمس عند ظهورات هذه الكواكب واختفاؤها (٧)

وأما السبيل إلى إثباتة أمور الظهورات والاستنارات بحسب درجة فلأنه لما كان
 ب ر مفروضا في كل كوكب (٨) وكان (٩) مبادئ الظروف (١٠) البروج على ه
 معلوما (١١) تكون الزوايا معلومة ويصير د ه معلوما و : ك ح معطى في كل درجة
 وهو العرض و : ط ل يصير قوسى (١٢) ك د (١٣) ، ه ل معطى (١٤) ويصير قوس دل
 معطى (١٥) فحسب على هذه السبيل وفرض جداول خمسة لكل كوكب جدول فوضع
 الثلاثة الأولى للكواكب العلوية في الجدول الأول مبادئ البروج وفي الثانى أبعاد
 الطلوعات (١٦) الصباحية وفي الثالث أبعاد الغروبات المسائية وأما الزهرة وعطارد

(١) ب : غير واضح - وفي د : يحل

(٢) د : جبل

(٣) ف : هـ

(٤) د : كب لو

(٥) د : (يح) بدلا من [(كب) جزءا ، (يح) دقيقة]

(٦) ب : غير واضح

(٧) (فصل في المسلك إلى معرفة الأبعاد الجزئية عن الشمس عند ظهورات هذه الكواكب واختفاؤها) :

غير موجود في د

(٨) هنا أيضا خلط في مخطوط

(٩) ف : فكان

(١٠) د : غير موجود

(١١) د : معلومة

(١٢) ب : غير واضح

(١٣) ب : غير واضح - وفي د : ك ر

(١٤) د : معطى

(١٥) د : معطى

(١٦) د : لطلوعات

فجعل لهما خمسة صفوف في الأول مبادئ البروج وفي الثاني أبعاد الطلوعات (١)
 المسائية (٢) وفي الثالث أبعاد الغروب (٣) المسائية (٤) وفي الرابع أبعاد الطلوع
 الصباحي وفي الخامس أبعاد الغروب (٥) الصباحي (٦) فهذا آخر ما اختصرناه (٧)
 من كتاب المجسطى وهناك تم الكتاب

والحمد لله رب العالمين وصلواته على سيدنا محمد

وآله الطيبين الطاهرين (٨)

(١) د : الطلوع

(٢) د : المسائي

(٤) د : المسائي

(٣) د : الغروب

(٥) د : الغروب

(٦) د : الصباحية

(٧) ب : ما اختصرنا - وفي د : ما اختصر

(٨) ب : [والحمد لله وحده وصلواته على سيدنا محمد وآله الطاهرين] - وفي د : (وهو آخر

الكتاب تمت المقالة الأخيرة من كتاب المجسطى بحمد الله وحسن توفيقه)

إبتداء المقالة المضافة
إلى ما اختصر من كتاب المجسطى
مما ليس يدل عليه المجسطى

ابتداء^(١) المقالة^(٢) المضافة

إلى ما اختصر من كتاب المحسّطى ١٤ ليس يدل عليه المحسّطى

قال الشيخ الرئيس^(٣) إنه يلزمنا أن نطابق بين المذكور في المحسّطى وبين المعقول من العلم الطبيعي ونعرف كيفية وقوع هذه الحركات وأن نورد من الفوائد ما أدرك بعد المحسّطى لكننا نطابق بذلك وضع المحسّطى فأول ذلك أن نعرف كيفية إمكان دور كرة في حشو كرة دورها الخاص مع اتباعها الكرة^(٤) المحيطة بها في الحركة فنقول أما إذا كان محورهما^(٥) واحدا فمن المستحيل أن تدور الكرة الداخلة دورها وتدور أيضا بالمعرض مع الكرة المحيطة بها دورة ترى مخالفة لدورة نفسها في الجهة بل إنما يمكن ذلك بأن يكون المحوران متخالفين إما متقاطعين على المركز وإما غير متقاطعين ويكون طرفا المحور من الداخل وهما القطبان يازمان نقطتين من الكرة الخارجة أزوما لا ينفارقانها^(٦) فتكون الكرة الداخلة تتحرك على محورها لكن يعرض^(٧) اقطبها^(٨) الحركة اتباعا لحركة النقطتين^(٩) اللتين^(١٠) يلزم أنهما فيدور القطبان مع تلك النقطتين حول قطب الكرة الخارجة^(١١) فيعرض للنقطتين أن يطلعا على الأفق وأن يغربا عنه فيعرض أن ترى الكرة الجوفية^(١٢) وقد زالت مع القطبين إلى جهة حركة ما^(١٣) يشمها^(١٤)

(١) د : غير موجود

(٢) د : المقالة الأخيرة

(٣) [قال الشيخ الرئيس] : غير موجود في د

(٤) د : للكرة

(٥) د : محور كلهما

(٦) د : لا ينفارقانها

(٨) د : لقطبها

(٧) د : يعرض

(٩) د : النقطة

(١٠) د : التي

(١١) د : الخارجة

(١٢) د : الجوفية

(١٣) د : مما -

(١٤) د : يشمها

وأما إن كان المحور غير مقاطع فذلك أظهر كما يعرض أن يكون رحا صغيرة أو كرة (١) صغيرة مضمونة في رحا كبيرة أو كرة كبيرة (٢) ومودعة فيها (٣) في جهة ومركزها مخالف فتلور على نفسها وتلدور (٤) أيضا بالعرض حول مركز المحيطة (٥) فهكذا ينبغي أن يتصور حال الكرة التي (٦) للبروج عند الكرة التي للكل لكنه قد وجد الميل الذي لهذه الكرة في زمان المأمون (٧) أقل مما وجدته بطليموس ووجدت حركات الثوابت أسرع أما مبلغ الميل فوجد (كه نا) (٨) وكان ما وجدته بطليموس (كه نا) (٩) ثم وجد بعد رصد المأمون (١٠) وقد تناقض دقيقة ورصدناه نحن (١١) بعد ذلك (١٢) فوجدناه (١٣) أنقص أيضا بقرب من نصف دقيقة بعد نقصان دقيقة فنسبته (١٤) أن يكون ذلك لخلل في آلة بطليموس وخصوصا التفاوت الذي بعد ذلك فلأن (١٥) الآلات تخل لإخلالا كثيرا ونسبته (١٦) ألا يكون (١٧) أبرخس قد احتاط في أمر الثوابت فإن لم يكن كذلك فنسبته (١٨) أن يكون ما قاله بعضهم حقا وهو أن من شأن كرة الثوابت التي لها الميل أن يقل ميلها وأن يكثر فيعرض من ذلك اختلاف الميل وظهور سرعة حركة الثوابت (١٩) بعد بقاء (٢٠) وهذا إنما يمكن إذا كان

(١) د : كبيرة

(٢) (أو كرة كبيرة) : مكرر في د

(٣) د : منها (٤) ف : فتلور

(٥) د : المحيط (٦) ف : في المماس

(٧) د : غير موجود

(٨) د : (ثلاث وعشرين درجة وخمس وثلاثين دقيقة) بدلا من [كه له]

(٩) د : [إحدى وخمسين دقيقة] بدلا من (كه نا)

(١٠) د : مأمون

(١١) د : غير موجود

(١٢) د : ذلك أيضا

(١٣) د : غير موجود

(١٤) ف : فيشه

(١٥) د : فإن

(١٦) د ، ف : ويشبه

(١٧) د : أن لا يكون

(١٨) د ، ف : فيشه

(١٩) د : للثوابت

(٢٠) د : طول

بين كرة الكل وكرة الثوابت كرة أخرى يدور (١) قطباها حول قطبي حركة الكل وتكون كرة الثوابت يدور أيضا (٢) قطباها حول قطبي تلك الكرة فيعرض لقطبيها (٣) تارة أن تصير إلى جهة الشمال منخفضة وتارة إلى جهة (٤) الجنوب مرتفعة بدورها (٥) فيأزم من ذلك أن يضيق الميل تارة وينسع أخرى (٦) وقد خمن فيه شيء آخر وهو أن تكون للشمس في كرة تدويرها حركة بطيئة نحو القطبين ولكنها تلزم فلك (٧) خارج (٨) المركز (٩) يدبرها إلى المشرق والأول أشد مطابقة لسائر الاختلافات التي وجدت في مقدار زمان السنة (١٠) وظهور (١١) حركة الأوج (١٢) للشمس بعد خفاؤها ومما يتعلق بأمر الميل وما يتبع الميل مما أدرك (١٣) بعد فإنه يمكن الدلالة على القسوى المطلوبة من الميل والمطالع وسعة المشرق وغير ذلك بشكل لا يحتاج فيه إلى تأييد النسبة ويتم بنسبة واحدة وقد تصرف فيه من قرب من زماننا ومن في زماننا ولنا في ذلك وجوه منها وجه (١٤) واحد وهو أن (١٥) نقول إذا تقاطع دائرتان (١٦) من الدوائر (١٧) الكبار مثل أ ب ، ج على أ وتعلم أن (١٨)

-
- (١) د : يدور
 (٢) [قطباها حول قطبي الكل وتكون كرة الثوابت تدور أيضا] : في هامش ف
 (٣) د : نقطتها
 (٤) د : غير موجود
 (٥) د : غير موجود
 (٦) د : غير موجود
 (٧) د : فلكا
 (٨) د : خارجا
 (٩) د : لمركز
 (١٠) [مطابقة لسائر الاختلافات التي وجدت في مقدار زمان السنة] : غير موجود في د
 (١١) ف : فظهور
 (١٢) د : غير موجود
 (١٣) د : أدركت
 (١٤) د : وجه
 (١٥) د : أما
 (١٦) د : دائرتان
 (١٧) د : غير موجود
 (١٨) د : غير موجود

إحديهما (١) نقطتان مثل ب ، د وقام عليهما قوسان من الكبار تقطعان الأخرى
 مثل ب ح ، د ه ومعلوم أنهما من الكبار لأنهما قائمتان (٢) على أ ب فيخرجهما
 من قطب ا ب فتقول إن نسبة جيب ا ج إلى جيب ا ه مثل نسبة جيب ب ج
 إلى جيب د ه برهان (٣) ذلك (٤) ليكن ر مركز الكرة ونصل ج ه فإن
 كان موازيا لخط ا ر (٥) الخارج من المركز فبين أن جيب ا ج وجيب ا ه
 متساويان والنسبة واحدة وإن التقيا فليكن عند ح ونصل ر ب ، ر د (٦) ونخرج
 ح ط عموداً على د ب (٧) و ه ك عموداً على ر د وهما جيبا قوسى (٨) ج ب ،
 د ه ولأنهما عمودان على فضل مشترك بين سطحين قائم أحدهما على الآخرين أعنى
 سطح دائرة ا ب و سطح دائرة ب ج ودائرة (٩) ه د وهما (١٠) عمودان على السطح
 ومتوازيان ونصل ط ك فى سطح دائرة ا ب ونصل ك ح (١١) ونبين (١٢) أنه خط
 مستقيم يمثل ما بين فى الشكل القطاع فيكون مثلث ج ط ح واقعاً (١٣) فيه (١٤) ه ك
 موازيا للقاعدة فنسبة ح ه ح أعنى جيب ا ج (١٥) إلى (١٦) جيب ا ه كنسبة
 ط ح ، ه ك وهما الحبيان الآخران فإذا (١٧) تقرر هذا فلك أن تستخرج الميول الجزئية
 بأن تقول فى ذلك الشكل بعينه نسبة جيب قوس ه ح المعلومة إلى جيب قوس ط ح

(١) د : على أحدهما

(٢) د : قائمتان

(٣) د : برهانه

(٤) د : غير موجود

(٥) د : ا ر

(٦) د : ر ت

(٧) د : ر ب

(٨) د : قوس

(٩) د : أ و دائرة

(١٠) د : مهما

(١١) [فى سطح دائرة ا ب نصل ل ح] : غير موجود فى د .

(١٢) د : وبين .

(١٣) ب ، د : واقع .

(١٤) ف : فى

(١٥) ب : غير واضح

(١٦) د : غير موجود

(١٧) ب : وإذا .

عرض البلد يكون هو المجهول (١) وكذلك تعلم (٢) تعديل نهار كل (٣) درجة شتئا فإن (٤) نسبة جيب قوس تمام ميل الدرجة إلى جيب تمام سعة مشرقها كنسبة جيب القوس التي من قطب (٥) معدل النهار المنتظم من تمام الميل والميل وجميع ذلك معلوم إلى تمام تعديل النهار المجهول وإذا علمت تعديل نهار الدرجة في عرض ما فقد علمت مطالعها في ذلك العرض فإن نقصته أو زدته على مطالع الكرة المتتصية خرجت المطالع المطلوبة وأنت يمكنك أن تستخرج العرض من تعديل النهار وتعديل النهار من العرض وتستخرج سعة المشرق منها (٦) وبعضها من بعض على القانون المعلوم وقد يمكنك (٧) أن تستخرج (٨) بذلك حال الزوايا وبعد الكوكب عن (٩) معدل النهار ودرجه ممره لكنه يحوج (١٠) إلى توسيط (١١) معلوم يعلم (١٢) غير المعلومات المذكورة فيكون الحساب في ذلك أطول من الحساب في المعنى لأنه يحوج إلى معرفة (١٣) ذلك المعلوم وهو إما عرض الدرجة وإما ظلها فلا يكون ذلك اختصارا (١٤) بحسب الكتاب قد رصد بعد (١٥) بطليموس الأوج (١٦) فلم يوجد أوج الشمس حيث كان وجده (١٧) بطليموس بل وجد زائلا نحو المشرق مثل زوال الكواكب (١٨) الثابتة ووجدت

(١) وكذلك تعلم عرض البلد من ذلك لأن الرابع وهو تمام عرض البلد يكون هو المجهول [:

غير موجود في د

(٢) د : يعلم

(٣) ب : غير واضح

(٤) د : بأن - وفي ف : [شتئا فإن] غير واضح

(٥) (التي من القطب) : غير واضح في ف

(٦) د : منها (٧) د : يمكن

(٨) د : تعلم

(٩) د : من

(١٠) د : يخرج

(١١) د : توسيط

(١٢) د : تعلم

(١٣) هـ : عرفه

(١٤) د : اختصار

(١٥) د : غير موجود

(١٦) د : غير موجود

(١٧) د : وحده

(١٨) د : الكوكب

الكواكب الثابتة زائلة (١) أيضا (٢) زوالا يوجب أن يكون في كل ست وستين سنة (٣) درجة وإذا كان كذلك فإن كرة الشمس التي تحركها إلى المشرق لا يكون عودة الشمس فيها وعودتها (٤) في فلك البروج في زمان واحد لتقدم الأوج فلم يكن الصواب أن تشتغل في استخراج وسط الشمس بعودتها إلى النقطة (٥) بل بعودتها إلى بعد بعينه من بعض الثوابت (٦) إذ لو كان الأوج ثابتا لكان اعتبار عودتها (٧) إلى الثوابت متقدمة (٨) على (٩) درجته وكذلك (١٠) إذا كان متحركا فاعتبار عودته إلى النقطة (١١) متأخرة (١٢) وقد (١٣) وجد أيضا جرم الشمس أصغر مما وجد به بطليموس لأن في حساب بطليموس ورصده شيئا (١٤) من التساهل وفي حساب هؤلاء استقصاء والطريق واحد . يجب أن تكون كرة الشمس الكبرى تلتزم (١٥) من عدة أكر إحداها (١٦) الكرة التي لأجلها يتحرك الحركة اليومية وتسمى الحركة وهي الكرة المحيطة والثانية الكرة التي لأجلها يتحرك أوجها حركة الثوابت وتسمى (١٧) الشبهة ويكون وضعها من الحركة (١٨) وضع كرة الثوابت من الكرة الأولى والثالثة كرة الأوج المختلف النحن يكون مركز سطحها الخارج مركز البروج ومخالفا (١٩) لمركز سطحها الباطن وهي التي تحركها الشبهة والرابعة (٢٠)

(١) د : غير موجود .

(٢) ف : [أيضا زائلة] بدلا من [زائلة أيضا]

(٣) ف : في الهامش (٤) د : وعودته

(٥) د : النقطة . (٦) د : الكواكب

(٧) د : عودته (٨) ب : يتقدمه - وفي د : مقدمة

(٩) د : غير موجود (١٠) د : فكذلك

(١١) د : النقطة

(١٢) ب ، د : يؤخره - وفي ف : غير واضح

(١٣) د : قد

(١٤) د : يلتزم

(١٥) ب : أحداها - وفي ف : أحدهما

(١٦) د : ويسى

(١٧) د : المركز

(١٨) ب : ومخالف

(١٩) [كرة الأوج المختلف النحن يكون مركز سطحها الخارج مركز البروج ومخالفا لمركز سطحها

الباطن وهي التي تحركها الشبهة والرابعة] : غير موجود في د

الكرة التي تحركها (١) إلى المشرق وهي الخارجة المركز فيلزمها بسبب خروج المركز والمحور حركة الشبهة اللازمة إياها وحركة (٢) الحركة (٣) وتكون تحت الخارجة المركز كرة سطحها الباطن مركز الأرض وسطحها الخارج مخالف ليم به الثخن تم تكون تحمها (٤) محركة الزهرة (٥) وكذلك يجب أن يكون لكل كوكب ويكون اعطارد والقمر كرة يحيط بخارجيهما (٦) تتحرك (٧) إلى المغرب وتنقل الأوج وتكون أيضا خارجة المركز وتكون كرة أخرى تحرك أوجها البطيء فيكون لها أوج وفيها أوج فتنتقل هي الأوج الأسفل بسرعة حركتها وتنقل (٨) الشبهة أوجها بطيء (٩) ولا يبعد أن يكون للزهرة وعطارد كرة لأجلها ينطبق عرضها ويجاوز (١٠) من جهة قطب إلى جهة قطب آخر ويكون حالها حال الكرة المظنونة بين الثوابت والكرة الأولى على أن الحركة السماوية لإرادية ولا (١١) يتمتع فيها أن لاتم الدائرة يجب أن تعلم أن حال كرة التدوير في الخمسة (١٢) أنها ملتزمة (١٣) من أكر تلزمها (١٤) حركات الأقطاب يكون بها الميول المختلفة للأقطاب (١٥) المشار إليها فتكون (١٦) كرة باطنة تفعل حركة الكواكب على مركزها وكرة يميل (١٧) قطبي (١٨) هذه على ما تقتضيه حركة أحد القطبين (١٩) وكرة (٢٠) يميل نقطتي (٢١)

-
- (١) (الشبهة والرابعة الكرة التي تحركها) . في هامش ف
(٢) د : حركة
(٣) ف : غير واضح
(٤) د : تحته
(٥) ف : للزهرة
(٦) د ، ف : بخارجها
(٧) د : تخرج
(٨) د : وتنقل - وفي ف : في الهامش
(٩) د : ببطء
(١٠) ف : غير واضح
(١١) د : فلا
(١٢) د : غير موجود
(١٣) د : غير واضح
(١٤) ف : غير واضح
(١٥) ف : الأقطاب
(١٦) د : فتكون
(١٧) د : يميل
(١٨) ب ، د : قطر
(١٩) [يميل قطر هذه على ما تقتضيه حركة أحد القطبين] : في هامش ب - وفي د ، ف : القطرين
(٢٠) ب : غير موجود
(٢١) د : بقطبي

هذه المحيلة إلى ما تقتضيه حركة القطر الثاني من الالتواء والانحراف واعلم^(١) أن الرصد الحديث أخرج مقادير الخطوط الواصلة ونسب أولى^(٢) أفلاك النداوير مخالفة بشيء يسير^(٣) لما^(٤) أوجبه بطليموس لكننا من^(٥) وراء أن يتحقق ذلك برصد نحاوله^(٥) نرجو^(٦) أن نبليغ^(٧) في استقصائه ما لم يبلغ من^(٨) قبلنا^(٩) بعون^(١٠) الله وحسن توفيقه .

آخر كتاب المجسطي مما اختصره الشيخ الرئيس أبو علي الحسين بن عبد الله بن سينا رحمة الله عليه وحسبنا الله ونعم النصير وصلى الله على سيدنا محمد وآله الطاهرين وسلامه . (١١)

(١) د : غير موجود

(٢) د : أقطار

(٣) د : بما

(٤) د : غير موجود

(٥) ف : محارلة

(٦) ف : يرجو

(٧) ف : يبلغ

(٨) د : غير موجود

(٩) [يبلغ من قبلنا] : غير واضح في ف

(١٠) د : بمهونة

(١١) [آخر كتاب المجسطي مما اختصره الشيخ الرئيس أبو علي الحسين بن عبد الله بن سينا رحمة الله

عليه وحسبنا الله ونعم النصير وصلى الله على سيدنا محمد وآله الطاهرين وسلامه] : غير موجود في د